COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JUIN 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve la nomination de M. *Schlœsing* à la place devenue vacante, dans la Section d'Économie rurale, par suite du décès de M. *Decaisne*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Schlœsing prend place parmi ses confrères.

PHYSIQUE. — *Sur le courant de réaction de l'arc électrique;* par MM. **Jamin** et **G. Maneuvrier**.

« Les deux courants de sens alternativement contraires que donne la machine auto-excitatrice de Gramme sont absolument égaux; par conséquent, ils ne décomposent pas l'eau, et une boussole de tangentes intercalée dans le circuit n'éprouve aucune déviation, puisque les effets contraires qui se succèdent à des intervalles très rapprochés se détruisent.

» Cette destruction des effets se maintient quand on met dans le circuit

un ou plusieurs brûleurs, pourvu que les deux charbons soient égaux, identiquement disposés et qu'ils s'échauffent également.

» Si l'on introduit 8 ou 10 éléments de Bunsen dans le circuit total, ils donnent à la boussole, quand la machine est au repos, une déviation δ, et, si elle fonctionne, une déviation δ' absolument égale à δ.

	δ.	δ'.
Première expérience..........	32	33
Deuxième expérience..........	38	38,45
Troisième expérience..........	33	34,10

» Cette égalité prouve que la résistance des fils de la machine pour un courant venu d'une source extérieure ne change pas si cette machine est en repos ou en mouvement; elle prouve, en outre, que les deux effets de la machine et de la pile se superposent et sont indépendants.

» Supprimons maintenant la pile, mais allumons dans le circuit un brûleur formé de deux charbons inégaux, l'un gros ($0^m,004$), l'autre plus mince ($0^m,002$); cette dissymétrie suffit pour déterminer une déviation permanente de la boussole, comme si l'on avait intercalé une pile. Les deux systèmes de courants inverses donnés par la machine cessent donc d'être égaux; celui qui est dirigé du gros charbon vers le petit, de la partie la moins chaude à celle qui l'est davantage, l'emporte sur le système de direction contraire : il en résulte un courant différentiel qui est accusé par la boussole et qui est d'autant plus intense que la différence de grosseur des deux charbons est plus accentuée; il atteint son maximum entre une grande masse de charbon de cornue qui s'échauffe peu et un crayon terminé en pointe fine qui atteint la température la plus élevée. Le même phénomène se réalise, et dans le même sens, quand on produit un arc entre une masse d'un métal quelconque et une pointe de charbon. Comme il est difficile de maintenir la constance de l'arc, l'intensité du courant différentiel est assez variable; les résultats suivants ne doivent être considérés que comme une première approximation.

Plomb.	Fer.	Charbon.	Cuivre.	Mercure.
29°	30°	31°	60°	70°

» En général, le courant différentiel est faible ou nul quand l'arc est peu étendu, il augmente avec la distance des électrodes. Pour le zinc, il est d'abord aussi intense qu'avec le cuivre, mais il baisse tout à coup, probablement à cause de l'oxyde dont le métal ne tarde pas à se couvrir.

» Cette déviation dépend de deux choses : 1° de la force électromotrice

moyenne du courant différentiel; 2° de la résistance introduite dans le courant par l'arc formé. On peut aisément comparer dans les divers cas cette force et cette résistance de la manière suivante :

» On introduit dans le circuit total une pile de n couples, de force électromotrice nA. Suivant qu'elle agit dans le sens du courant différentiel ou dans le sens contraire, on a

$$i = \frac{x + nA}{R}, \quad i' = \frac{x - nA}{R},$$

Quand x est plus grand que nA, les deux déviations ont le même signe et l'on trouve

$$\frac{i}{i'} = k = \frac{x + nA}{x - nA}, \quad x = nA\frac{k + 1}{k - 1};$$

si, au contraire, x est plus petit que nA, les deux déviations sont de signe contraire :

$$\frac{i}{-i'} = k = \frac{x + nA}{nA - x}, \quad x = nA\frac{k - 1}{k + 1}.$$

» Je me servais d'éléments Bunsen neufs et bien amalgamés; l'expérience, peu susceptible de grande précision, à cause des variations de l'arc, a donné les valeurs suivantes de la force électromotrice x du courant différentiel évalué en éléments Bunsen :

Plomb.	Fer.	Charbon.	Cuivre.	Zinc 1.	Zinc 2.	Mercure.
2,5	3,2	5,0	50,6	66,2	5,7	103,7

Les trois premières substances sont à peu près égales, les trois dernières sont très actives. Le cuivre équivaut à 50 bunsens, le zinc à 66 au commencement de l'action et se réduit à 5. Quant au mercure, il offre une valeur bien constante et énorme; le courant différentiel a une force électromotrice moyenne équivalente à 103,7 bunsens. Les mêmes déterminations conduisent à une appréciation de la résistance introduite. On a, en effet,

$$i - i' = \frac{2nA}{R}, \quad R = \frac{2nA}{i - i'}.$$

R est en raison inverse de $i - i'$.

» Or la résistance totale R se composait : 1° de celle des fils de la machine; 2° de celle de la pile; 3° de celle de l'arc électrique. Cette dernière seule est variable et augmente ou diminue la valeur de R : elle sera donc d'autant

plus grande que $i - i'$ sera plus petit. Voici les valeurs calculées de $i - i'$:

Charbon.	Fer.	Plomb.	Cuivre.	Mercure.	Zinc 1.	Zinc 2.
0,406	0,307	0,283	1,41	0,89	1,02	0,56

» Il résulterait de ces nombres que le charbon, le fer et le plomb offriraient la plus grande résistance, le cuivre et le mercure ayant la plus faible.

» On ne peut expliquer le courant différentiel que de deux manières, ou par une différence dans la résistance, ou bien par une inégalité dans les réactions inverses de l'arc dans l'un ou dans l'autre sens.

» Pour savoir si la résistance de l'arc change avec le sens, j'ai fait passer un courant continu, d'abord du charbon au mercure, ensuite du mercure au charbon. Une boussole, placée en dérivation, mesurait l'intensité dans les deux cas. Je n'ai pu mesurer aucune différence appréciable. Mais ces expériences ont présenté une particularité remarquable : quand le courant passait du mercure au charbon, l'arc avait une couleur verte très prononcée et la volatilisation du métal se faisait avec vivacité; dans le cas contraire, l'arc était rougeâtre et il y avait une moins abondante production de vapeurs. Cela rend évidente la dissymétrie qui existe dans les deux cas. Or, quand on dirige à travers ce brûleur les courants alternatifs de la machine Gramme, l'arc est vert, ce qui prouve qu'il y a prédominance du courant qui va du mercure au charbon sur le courant qui va dans le sens opposé; et, puisqu'il n'y a pas de différence dans la résistance de l'arc, c'est dans une propriété particulière des courants alternatifs qu'il faut chercher la raison du courant différentiel.

» Chacun des deux systèmes de courants emmagasine, au moment où il commence, une certaine somme d'énergie qui devient libre quand il cesse et se traduit par un courant contraire, ou, comme le dit M. Edlund, par une force électromotrice inverse. Ainsi un premier courant $\rightarrow$, tout d'abord très faible, s'accroît peu à peu, et, lorsqu'il cesse, donne naissance à une réaction inverse $\leftarrow$, qui s'ajoute au courant $\leftarrow$ que la machine développe au même moment. Si donc un des systèmes de courant $\rightarrow$ offre une réaction plus faible que le système contraire $\leftarrow$, il sera moins affaibli et plus renforcé, et il déterminera le sens du courant différentiel.

» Quelle que soit l'explication de ces faits, il est clair qu'une fois produit par un arc au mercure, le courant différentiel change entièrement le jeu de la machine, que l'un des systèmes de courants est sinon éteint, du moins considérablement affaibli, et que l'autre système est constitué par des

courants successifs d'une intensité et d'une durée plus grandes. Aussi tout arc électrique introduit en sus offre le même aspect que celui des piles, c'est-à-dire un éclat et une chaleur plus grands au pôle positif avec transport de matière vers le pôle négatif. La machine, qui, précédemment, était incapable de décomposer l'eau, devient capable de le faire comme une pile dont la force électromotrice serait égale à 100 couples de Bunsen ; elle peut, comme les piles, déterminer toutes les actions chimiques que l'on voudra, aimanter le fer doux, réduire les métaux, transporter la force, remplacer en un mot une machine à courants continus dans ses applications.

» Il y a deux types de machines magnéto-électriques : les unes, qui dérivent du système Gramme, peuvent donner directement des courants de sens constant; les autres, comme celle de Nollet ou de Méritens, ne peuvent engendrer que des courants alternatifs ; elles ne sont applicables qu'à la production de la lumière; on a vainement essayé de les employer aux travaux chimiques, en redressant les courants par un commutateur. On voit que ce commutateur pourrait être remplacé automatiquement par un ou plusieurs arcs formés entre un bain de mercure et une pointe de charbon (1). Il reste à savoir quelles seraient les conditions économiques de cette transformation. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les déplacements réciproques des corps halogènes et sur les composés secondaires qui y président;* par M. **Berthelot.**

« Le déplacement du brome par le chlore dans les sels haloïdes a été l'origine de la découverte de cet élément par Balard : c'est un fait général et partout enseigné. Ce déplacement a lieu avec un dégagement de chaleur notable, tel que le montrent les chiffres suivants, relatifs à la température ordinaire :

$$\mathrm{KBr\ solide} + \mathrm{Cl\ gaz} = \mathrm{KBr\ solide} + \mathrm{Br\ gaz} : + 4^{\mathrm{Cal}},6\,;$$

avec BaBr : + $6^{\mathrm{Cal}},8$; avec AgBr : + $1^{\mathrm{Cal}},5$ seulement. Toutes ces réactions s'opèrent donc conformément aux principes thermochimiques. Elles représentent le phénomène fondamental et elles avaient même été regardées comme totales jusqu'à ces derniers temps. Cependant un savant russe, M. Potilitzine, a publié récemment des expériences qui tendent à établir que

(1) Ces expériences ont été faites au laboratoire de la Sorbonne, avec l'aide de mon collaborateur et élève M. G. Maneuvrier.

les réactions inverses se produisent également, dans une mesure faible à la vérité, lorsqu'on opère à équivalents égaux, mais plus considérables en présence d'un grand excès de brome. Ceci m'a engagé à répéter les expériences et à en préciser davantage les conditions thermochimiques; j'ai découvert ainsi les intermédiaires véritables et méconnus jusqu'à présent de ces réactions inverses, lesquels sont les perbromures métalliques, le chlorure de brome et les chlorobromures métalliques : composés secondaires dont la chaleur de formation et la dissociation expliquent tous les phénomènes.

» Voici mes observations : j'examinerai d'abord les réactions du brome sur les chlorures, dans des conditions diverses et précisées avec le plus grand détail, puis je parlerai des composés secondaires, et je montrerai l'application de données précédentes à l'interprétation des réactions.

I. — Action du brome sur les chlorures.

» 1° *Chlorure de potassium.* — (1) $0^{gr},934$ de KCl pur, sec, finement pulvérisé, ont été placés dans une nacelle de porcelaine; on a versé sur le sel 1^{gr} de brome pur et sec, soit KCl + Br sensiblement; on a glissé la nacelle dans une éprouvette bouchée à l'émeri, et on a abandonné le tout à la *température ordinaire* pendant cinq jours. Au bout de ce temps, on a repris la nacelle et on a évaporé le brome sous l'influence d'une chaleur modérée; on a retrouvé 0,9365. Ce sel a été alors chauffé dans un courant lent de chlore, vers le rouge sombre, pendant un temps suffisant et assez long : ce qui a ramené le poids à 0,9344.

» (2) Je rappellerai ici que, dans une expérience faite il y a deux ans, $0^{gr},911$ de KCl *chauffés* pendant un quart d'heure dans la vapeur de brome ($1^{éq}$ environ) n'ont pas changé de poids, et que 1,215 d'un sel d'argent, provenant d'un échantillon de chlorure de potassium qui avait été traité de même par la vapeur de brome à chaud, se sont réduits seulement à 1,213 sous l'influence du chlore.

» Ces chiffres indiquent que le brome *pur*, agissant à équivalents égaux sur le chlorure de potassium *sec*, ne produit qu'un déplacement insensible : je dirais même nul, s'il était permis de négliger les variations de poids de $0^{gr},0025$ et $0^{gr},002$ signalées plus haut, et surtout si les expériences suivantes n'indiquaient l'existence d'une certaine réaction.

» (3) $1^{gr},0382$ de KCl en poudre fine, placés dans une nacelle, ont été imbibés avec $3^{gr},2$ de brome et maintenus ainsi *à froid*, pendant cinq jours.

On a chassé ensuite le brome à une douce chaleur, et on a retrouvé 1,0386. Ce sel, traité par le chlore au rouge sombre, s'est réduit à 1,0370.

» L'action à froid est donc presque insensible pour KCl + 3Br.

» (4) J'ai répété l'essai de la façon suivante : la nacelle renfermant le sel était placée au milieu d'un long tube horizontal et chauffée vers le rouge sombre, tandis qu'on faisait circuler à sa surface, par des distillations alternatives et lentes, le brome contenu dans deux récipients de verre, ajustés à l'émeri aux deux extrémités du tube : l'un des récipients était chauffé, l'autre refroidi.

Soit $0^{gr},5890$ KCl + 12^{gr}Br (KCl + 19 Br), une heure et un quart de chauffage, quatre distillations. Le poids du sel a été porté ainsi à 0,6084; ce qui fait une augmentation de 3 pour 100, soit 5,5 pour 100 de chlorure décomposé.

» Comme contrôle, le chlorobromure de potassium ainsi formé a été chauffé dans un courant de chlore sec; mais, circonstance remarquable, la réaction inverse ne devient pas immédiatement totale. Après une heure et demie, vers 400°, on a retrouvé : 0,6041; après trois heures, 0,5959; après six heures, 0,5898. Ce dernier sel, changé en AgCl, en a fourni 1,1386; ce qui répond à 0,590 de KCl, au lieu de 0,589. Le dernier sel n'avait donc éprouvé, pendant cette suite d'opérations, ni perte par volatilisation, ni gain appréciable ([1]). La lenteur avec laquelle le chlore déplace les dernières traces de brome mérite d'être notée.

» (5) $0^{gr},584$KCl + 12^{gr} Br. — On opère de même, mais en chauffant plus fort, en prolongeant davantage l'expérience, soit quatre heures et neuf distillations. On a trouvé ensuite 0,6114; ce qui fait 7,8 pour 100 de KCl décomposé. Ce chlorobromure alcalin a fourni 1,148 de chlorobromure d'argent (calcul : 1,150).

» Ainsi le brome attaque le chlorure de potassium en développant une réaction inverse, presque insensible à la vérité à équivalents égaux, mais qui devient manifeste en présence d'un grand excès de brome; surtout si l'on entraîne les produits (chlorure de brome) par volatilité. Les chiffres que j'ai obtenus avec le brome *pur* et les sels *secs* sont d'ailleurs bien plus faibles que les valeurs données par M. Potilitzine pour le chlorure de potassium (9,8 centièmes, à équivalents égaux; 30,7 avec 16 Br). Nos résultats sont plus rapprochés pour les bromures de baryum et d'argent.

([1]) Sauf un gain de 0,001, dû peut-être à l'action du chlore sur la porcelaine. En effet, la nacelle perd toujours quelque chose : par exemple, 0,0007 dans l'essai (5).

» 2° *Chlorure de baryum.* $0^{gr},7536$ BaCl + 12^{gr} Br(BaCl + 21 Br). — Après quatre heures d'action vers le rouge sombre et huit distillations : 0,8289, soit 23,2 centièmes substitués; ce qui a été vérifié en transformant le mélange en sels d'argent.

» 3° *Chlorure d'argent* (sec, mais non fondu). — (1) $0^{gr},8061$ AgCl + $0^{gr},9$ Br (AgCl + 2Br environ) dans une nacelle de porcelaine, *à froid*, pendant cinq jours; on chasse l'excès de brome à une douce chaleur. Le poids est alors 0,8140. Après traitement par le chlore au rouge sombre, + 0,8051. Substitution : 4 pour 100.

» (2) $0^{gr},764$ AgCl + $3^{gr},0$ Br(AgCl + 7Br) *à froid*, cinq jours. — On trouve ensuite 0,7779. Le chlore, au rouge sombre, reproduit 0,764. Substitution : 7,2 pour 100.

» (3) $1^{gr},0196$ AgCl + 12^{gr} Br(AgCl + 21Br) *au rouge sombre*, trois heures, six distillations. — On trouve ensuite 1,2696 ; ce qui fait un accroissement de poids de 24,55 pour 100 et une décomposition s'élevant aux 97 centièmes.

» Ainsi la substitution inverse, minime avec le chlorure de potassium, même en présence d'un grand excès de brome, est plus marquée avec le chlorure de baryum et davantage encore avec le chlorure d'argent. Ces faits sont d'accord, comme on va le montrer avec les prévisions tirées de l'existence et de la grandeur relative des chaleurs de formation des composés secondaires.

II. — Composés secondaires.

» 1° *Chlorure de brome*, BrCl, produit commun qui se forme avec tous les chlorures traités par un excès de brome. Or Br gaz + Cl gaz = BrCl liquide, dégage $+4^{Cal},6$; ce chiffre répond à la fraction combinée, laquelle serait à peu près égale, à froid, à la fraction dissociée, d'après les analogies tirées du chlorure d'iode liquide ($+9^{Cal},8$) et des composés analogues (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 370).

» Quoi qu'il en soit, la chaleur de formation observée sur le chlorure de brome suffit pour expliquer la décomposition partielle du chlorure d'argent par le brome à froid :

$$\text{AgCl} + \text{Br}^2 \text{ gaz} = \text{AgBr} + \text{BrCl} : -1,5 + 4,6 = 3^{Cal},1.$$

» La décomposition est d'ailleurs limitée, en raison de la dissociation du chlorure de brome, et elle est réglée, au contact du solide et du liquide, par un coefficient spécifique, conformément au principe des surfaces de

séparation et aux lois de M. Ditte (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 96 et 99).

» A chaud, et peut-être même à froid, la formation du chlorobromure d'argent, dont il sera bientôt question, concourt au déplacement.

» 2° *Perbromures de potassium et de baryum.* — $KBr + Br^2$ gaz $= KBr^3$, dégage : sels solides $+ 10^{Cal},9$; sels dissous $+ 11,5$. Les valeurs sont donc très voisines pour ces deux états.

» $BaBr + Br^2$ gaz $= BaBr^3$, dégage, d'après mes mesures, les sels dissous en présence de $30H^2O^2$: $+ 10^{Cal},4$; valeur que l'on peut admettre, au moins comme approchée, pour l'état anhydre.

» Ces perbromures ne se forment que lentement à l'état anhydre, et ils demeurent dissociés. Leur chaleur de formation rend compte des déplacements inverses, surtout à froid, avec le chlorure de potassium et avec le chlorure de baryum; bien entendu, en l'ajoutant à celle du chlorure de brome,

$$KCl + Br^4 = KBr^3 + BrCl : -4,6 + 4,6 + 10,9 = +10^{Cal},9,$$
$$BaBr + Br^4 = BaBr^3 + BrCl : -6,8 + 4,6 + 10,4 = +8^{Cal},2.$$

Mais les réactions demeurent limitées, à cause de la dissociation des perbromures alcalins et de celle du chlorure de brome ; le tout conformément aux notions signalées plus haut. S'il n'y avait pas d'autre composé, il semble que la réaction devrait aller moins loin avec le baryum, ou tout au moins rester dans des limites voisines. Mais il y a un troisième composé secondaire, également exothermique, avec le baryum.

» 3° *Chlorobromures.* — J'ai dit (p. 1552) que le sel double de baryum

$$BaCl + BaBr = BaCl, BaBr, \text{ dégage } +1^{Cal},5 \text{ à froid.}$$

C'est là un nouveau composé qui ne paraît pas dissocié à froid et qui joue un certain rôle. Seul, il ne suffirait pas à compenser les $6^{Cal},8$ qui font la différence thermique entre le chlorure et le bromure; mais sa formation aux dépens de l'excès de chlorure non décomposé concourt avec celle des corps dissociés (chlorure de brome et perbromure de baryum) pour déterminer et accroître la production d'une certaine dose de bromure de baryum.

» A chaud, il convient de faire intervenir également le chlorobromure de potassium, signalé par une chaleur de formation, devenue négative à froid (—0,57, page 1492), mais qui ne saurait être que positive à la tempéra-

ture de la fusion. L'existence et le rôle d'un semblable sel double sont appuyés d'ailleurs par la difficulté avec laquelle le chlore élimine les dernières traces de brome, ainsi qu'il a été dit tout à l'heure.

» Cette même difficulté met aussi en évidence l'existence à haute température d'un chlorobromure d'argent, déjà signalé par les minéralogistes. En effet, le système AgCl + AgBr, chauffé deux heures vers 400°, dans un courant lent de chlore sec, a perdu seulement un tiers du brome qu'il contenait. Le surplus s'est éliminé entièrement, mais seulement après quatre heures de nouvelle réaction.

» Un autre système : AgCl + 0,23 AgBr (dérivé des produits de l'action du brome sur BaCl), traité par le chlore à la température de la fusion commençante, pendant deux heures, a perdu seulement 0,18 Br. Le surplus a exigé un temps bien plus long.

» Un autre système AgCl + 0,07 AgBr, traité par le chlore à chaud, sans fusion, n'avait perdu, au bout d'une heure, que la moitié du brome, le surplus s'éliminant seulement au bout d'un temps beaucoup plus prolongé.

» Les observations de ce genre ne sont pas rares en Chimie : les analystes les signalent continuellement. Cette différence entre la promptitude d'attaque des premières portions et la lenteur d'attaque des dernières, surtout dans les conditions où les produits sont éliminés, n'a guère été expliquée jusqu'ici. Elle résulte, à mon avis, de la formation de certains sels doubles et composés secondaires, dont la chaleur de combinaison surpasse la chaleur mise en jeu dans la décomposition directe des sels simples. Ces composés secondaires résistent donc à une première action, et ils résisteraient même indéfiniment, s'ils n'étaient pas dissociables par l'action de la chaleur (ou des dissolvants); mais leur dissociation lente est déterminée par la destruction des sels simples qui maintenaient l'équilibre, et elle reproduit les mêmes sels simples, qui se détruisent à mesure, en vertu de la réaction normale : la dissociation du sel double, ou du composé secondaire, se reproduisant sans cesse, finit par amener la réaction à sa limite définitive.

» Ainsi l'ensemble des faits que je viens d'exposer rendent compte du déplacement du brome par le chlore, réaction principale, déterminée par la grandeur relative des chaleurs de formation des composés fondamentaux; ils rendent compte encore des équilibres et des déplacements inverses : réactions accessoires et perturbatrices, qui résultent également de la grandeur prépondérante des chaleurs de formation de certains composés secon-

daires. Les dernières réactions sont peu sensibles et même négligeables dans les circonstances ordinaires, à cause de l'état de dissociation de composés secondaires; elles ne deviennent apparentes que si l'on exagère l'influence de ces derniers, soit en restreignant la dissociation par l'emploi d'un grand excès de brome, soit en en reproduisant sans cesse les effets par cet artifice qui consiste à éliminer à mesure les produits volatils.

» En un mot, dans les déplacements réciproques des corps halogènes comme dans les conditions presque innombrables que j'ai eu occasion de passer en revue depuis le début de mes recherches, les réactions directes, les réactions inverses et les équilibres demeurent invariablement soumises aux règles de la Thermochimie. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* (1). Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« *Séparation d'avec la zircone.* — La solution bouillante est traitée par un excès de potasse aqueuse. Le précipité de zircone exige des lavages prolongés, il retient des traces de galline qu'on retire en dissolvant dans l'acide chlorhydrique et reprécipitant par la potasse. Deux ou trois traitements par KHO bouillante suffisent ordinairement. La galline est débarrassée des sels potassiques par sursaturation chlorhydrique, puis ammoniacale, et longue ébullition, ou, plus exactement, au moyen de l'hydrate cuivrique. Il ne passe avec la solution alcaline que de faibles traces de zircone, que la potasse sépare de la galline à la fin de l'analyse.

» Le sulfure d'arsenic permet aussi de séparer Zr et Ga, et notamment de rechercher de faibles traces de galline, perdues au milieu de beaucoup de zircone. On traite par l'hydrogène sulfuré la liqueur chargée d'acétate acide d'ammoniaque et d'acide arsénieux en suivant la marche déjà indiquée.

» Le prussiate ne peut point servir, car il précipite en jaune serin les solutions de zircone *très acides* et très étendues. L'ébullition même ne provoque pas la dissolution du précipité dans une liqueur contenant les $\frac{2}{3}$ de son volume de HCl concentré. Je signale ce fait, que j'ai observé, parce qu'il est contraire aux indications de certains traités de Chimie, qui disent: que « le prussiate de potasse donne un précipité jaunâtre dans la solution » neutre de zircone, mais non dans les solutions acides ». Cette diver-

(1) *Comptes rendus*, mai 1882, p. 1439.

gence provient peut-être de ce que l'addition d'acide chlorhydrique éclaircit les solutions étendues et presque neutres de chlorure de zirconium récemment précipitées par le prussiate; dans ce cas cependant, la liqueur se trouble bientôt de nouveau et, cette fois, un excès de HCl ne l'éclaircit plus.

» *Séparation d'avec le manganèse.* — J'ai reconnu l'efficacité des neuf procédés suivants :

» 1° On traite la liqueur bouillante par un excès de potasse aqueuse.

» Le précipité retient une quantité non négligeable de galline; on le reprend donc par HCl, et on fait agir de nouveau la potasse. Cette opération est faite trois ou quatre fois; les liqueurs alcalines réunies sont concentrées et filtrées pour séparer un peu d'oxyde brun de manganèse. On enlève la galline aux sels alcalins par l'ébullition ammoniacale ou par l'hydrate cuivrique. Quand la proportion de manganèse est très considérable, le procédé actuel perd une grande partie de ses avantages, à cause de la difficulté de laver complètement des masses volumineuses d'oxyde de manganèse.

» 2° La solution chlorhydrique notablement acide est maintenue à l'ébullition pendant quelques minutes (ce qui réduit les persels de manganèse); on la sursature alors légèrement par l'ammoniaque, et on fait bouillir jusqu'à ce que le papier de tournesol ait viré du bleu au rouge; l'eau d'évaporation est remplacée au fur et à mesure. La galline obtenue retient parfois des traces d'oxyde brun de manganèse; on la reprend par l'acide chlorhydrique et on renouvelle l'ébullition ammoniacale, toujours en ayant soin de n'ajouter l'ammoniaque qu'à chaud et après quelques minutes d'ébullition de la liqueur acide.

» 3° Le carbonate de baryte sépare la galline à froid en douze à dix-huit heures, laissant le chlorure de manganèse dissous. Des traces de manganèse peuvent néanmoins se trouver dans le précipité, mais elles s'éliminent lors de la séparation de Ba et Ga au moyen de l'ébullition ammoniacale ou de l'hydrate de cuivre.

» 4° On peut également se servir de carbonate de chaux, dont l'emploi se fait à froid d'une façon tout à fait semblable à celui du carbonate de baryte.

» 5° Quand il y a du fer en présence, il est avantageux d'éliminer bonne part de ce métal en même temps que le manganèse; pour cela, on réduit à chaud la liqueur acide par le gaz sulfureux ou le sulfite de soude. Après quelques instants d'ébullition, on ajoute un petit excès de carbonate de chaux et on filtre. La séparation de la chaux et de la galline se fait comme

à l'ordinaire. Cette méthode est surtout utile dans l'extraction du gallium de ses minerais.

» 6° L'hydrate de cuivre, employé à chaud, offre un excellent moyen de séparer exactement le gallium du manganèse. L'opération se conduit ainsi qu'il a été dit précédemment.

» 7° En présence du fer, il y a intérêt à réduire d'abord la liqueur par le cuivre métallique et à précipiter la galline par le protoxyde de cuivre. L'exactitude est aussi grande qu'avec l'hydrate cuivrique.

» 8° Lorsque la quantité de galline est très faible par rapport à la masse des sels de manganèse, il peut quelquefois être avantageux d'utiliser la réaction du sulfure d'arsenic formé au sein d'une liqueur sursaturée par l'acétate acide d'ammoniaque. Le sulfure de manganèse ne se forme pas dans ces conditions. La séparation est très bonne.

» 9° La réaction du prussiate jaune de potasse est applicable à la précipitation du gallium mélangé de composés du manganèse, mais il faut opérer d'une façon spéciale, car la présence de $MnCl^2$ modifie beaucoup l'action du prussiate sur le Ga^2Cl^6. Si l'on fait deux parts égales d'une solution très étendue et très acide (contenant un tiers de HCl) de chlorure de gallium, et que dans l'une de ces liqueurs on introduise du chlorure de manganèse, l'addition de la même quantité très petite de prussiate produit des effets fort différents dans les deux vases. La solution de gallium seul se trouble abondamment, tandis que celle qui renferme du manganèse reste d'abord limpide, puis laisse lentement déposer un précipité brun rougeâtre, lequel d'ailleurs contient le gallium. Ce précipité brun se redissout quand on le chauffe avec son eau mère et se régénère ensuite lentement après le refroidissement. Le précipité formé dans la liqueur exempte de manganèse ne se dissout pas dans son eau mère portée à l'ébullition, mais il se dissout à chaud, si l'on a préalablement ajouté du chlorure de manganèse à cette eau mère. Après le refroidissement, il se produit peu à peu un précipité brun rougeâtre.

» Si, au lieu de verser très peu de prussiate dans la solution de gallium et de manganèse, on en met beaucoup, le précipité brun commence aussitôt à se former, conservant d'ailleurs la propriété de se dissoudre à chaud et de se régénérer ensuite lentement à froid.

» Quand on maintient à une température de 70° à 80° une solution limpide très acide, contenant du Ga^2Cl^6, un excès de $MnCl^2$ et du prussiate, il ne tarde pas à se former un trouble, non plus brun, mais blanc teinté de bleu; c'est bien, en apparence, le précipité ordinaire de prussiate de gallium, mais il a cela de particulier qu'il ne se dissout pas à chaud dans

l'excès de sel de manganèse. Ce précipité contient tout le gallium. Dans la liqueur refroidie, le dépôt ne devient pas brun. L'examen de ces réactions diverses a exigé de nombreuses expériences; j'ai longtemps craint non seulement de ne pas réussir à employer le prussiate pour séparer Ga de Mn, mais encore de voir le dosage du gallium, au moyen de ce réactif, entravé par des complications inattendues. Heureusement, la difficulté se tourne d'une manière très simple, et en opérant comme il suit on obtient, avec le prussiate jaune, une séparation rigoureuse du gallium et du manganèse.

» La solution, contenant environ $\frac{1}{3}$ de son volume d'acide chlorhydrique concentré, est portée à 70°; on ajoute alors une quantité de prussiate, pas trop grande, afin d'éviter la formation de beaucoup de bleu de Prusse, mais cependant plus forte que s'il s'agissait de précipiter le même poids de gallium à froid en présence de métaux tels que l'aluminium ou le chrome. Ce prussiate ne doit pas être trop dilué ni acidifié par HCl, car on n'observerait le plus souvent tout d'abord aucun précipité, ce qui pourrait faire croire à l'absence du gallium. Les gouttes de prussiate moyennement concentré donnent, au contact de la liqueur très acide, un précipité blanc, qui se formerait également avec l'acide chlorhydrique seul, et qui se redissout dès qu'on l'agite, quand la dose de prussiate est faible. La présence momentanée de ce léger trouble provoque et accélère le dépôt du prussiate de gallium. La liqueur est agitée fréquemment et maintenue à 70° environ pendant trente à soixante minutes, puis filtrée; le dépôt est lavé avec de l'eau contenant $\frac{1}{4}$ de HCl et chauffée à 70°; $0^{gr},001$ de gallium, correspondant à environ $0^{gr},0025$ de Ga^2Cl^6, se retrouve de cette façon, sans perte appréciable, dans 200^{cc} d'une liqueur très acide contenant $12^{gr},50$ de chlorure anhydre de manganèse. La limite de sensibilité du procédé est certainement ici fort loin d'être atteinte, bien que la liqueur contienne seulement $\frac{1}{200000}$ de Ga et que le rapport entre Ga^2Cl^6 et $MnCl^2$ soit $\frac{1}{5000}$. Si, par défaut de lavage ou autrement, le prussiate de gallium retient des traces de manganèse, celles-ci sont naturellement éliminées pendant les traitements nécessaires pour séparer Ga^2O^3 de Fe^2O^3, tels que l'ébullition ammoniacale du produit de l'attaque des oxydes par le bisulfate et l'action du cuivre métallique et du protoxyde de cuivre.

» *Séparation d'avec le zinc.* — La solution chlorhydrique, très fortement acide [1], est sursaturée par l'ammoniaque et bouillie jusqu'à réaction rouge

---

[1] La présence d'une proportion notable de chlorure d'ammonium est nécessaire.

du tournesol; l'eau est remplacée à mesure qu'elle s'évapore. Il ne suffit pas que le papier de tournesol paraisse rouge pendant l'ébullition : il faut s'assurer qu'il ne repasse pas au bleu après le refroidissement, ce qui arriverait s'il restait des traces d'oxyde de zinc non encore attaquées. Si la galline obtenue contenait un peu de ZnO, on reprendrait par HCl en excès, et l'ébullition ammoniacale serait renouvelée.

» L'hydrate cuivrique permet de séparer exactement le gallium du zinc; on opère à chaud, en suivant les indications données pour l'emploi de ce procédé. Au besoin, on répète le traitement. Quand, en outre du zinc, il y a du fer dans la solution, il vaut mieux réduire par le cuivre métallique et précipiter par l'oxyde cuivreux; la séparation est aussi rigoureuse qu'avec l'hydrate cuivrique. Le zinc étant beaucoup plus rapidement éliminé que le fer, on n'a réellement besoin de s'occuper que de ce dernier métal.

» Les carbonates de baryte et de chaux précipitent la galline à froid, mais les dépôts contiennent des quantités très notables d'oxyde de zinc, surtout quand on s'est servi de BaO, CO^2. Ces deux réactifs ne peuvent guère être employés qu'à concentrer le gallium sous un faible volume, et ne doivent pas être admis s'il s'agit d'une analyse rigoureuse. La même observation s'applique à la précipitation de la galline par le carbonate de chaux à l'ébullition après réduction sulfureuse; il y a beaucoup de zinc dans le dépôt, pour peu que l'ébullition ait été prolongée, surtout si l'excès de CaO, CO^2 est considérable. Le traitement par CaO, CO^2 à chaud, après réduction sulfureuse, peu applicable en analyse, est très avantageux pour l'extraction du gallium de ses minerais, puisque, en répétant deux ou trois fois cette facile opération, on élimine du coup la presque totalité du zinc, la majeure partie du fer et beaucoup d'autres corps. »

M. Th. du Moncel, en présentant son Ouvrage « Sur le microphone, le radiophone et le phonographe », s'exprime en ces termes :

« Le microphone et le phonographe faisaient, dans l'origine, partie de mon Ouvrage « Sur le téléphone », mais les découvertes se sont tellement multipliées dans ces dernières années, surtout en téléphonie, que j'ai dû consacrer un volume entier au téléphone et à ses applications, et comme, d'un autre côté, la science électro-acoustique s'est enrichie depuis peu d'une branche nouvelle extrêmement intéressante, la *radiophonie*, j'ai pensé que le microphone, le radiophone et le phonographe pourraient à eux seuls remplir un volume; c'est ainsi que mon premier Ouvrage s'est trouvé dé-

doublé. Il y avait d'ailleurs d'autres découvertes qui se rattachaient plus ou moins à ces divers instruments et qui pouvaient encore compléter l'Ouvrage : c'étaient d'abord la machine parlante américaine et l'enregistreur électrique de la parole, et en second lieu le téléphote ou télectroscope, au moyen duquel les images lumineuses peuvent être reproduites électriquement à distance par des moyens analogues à ceux employés en radiophonie et en télégraphie autographique. Sans doute cette nouvelle application électrique n'est encore qu'à l'état rudimentaire, mais il est possible que, comme beaucoup d'autres du même genre, elle progresse dans l'avenir, et il était intéressant de faire connaître ce qui avait été fait dans cette voie; aussi lui ai-je consacré un Chapitre spécial dans le Volume que je présente aujourd'hui à l'Académie. »

MÉMOIRES LUS.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Éclipse totale de Soleil, observée à Souhag (haute Égypte) le 17 mai (temps civil)* 1882. Note de M. THOLLON.

« Vers la fin de janvier 1882, M. Perrotin manifesta le désir de voir l'Observatoire de Nice envoyer une Mission en Égypte pour observer l'éclipse de Soleil annoncée pour le 17 mai (temps civil). M. Bischoffsheim, avec cette infatigable générosité qu'on lui connaît pour la Science, offrit immédiatement de subvenir aux frais de l'expédition, qui fut décidée aussitôt que proposée. Il s'empressa de lui fournir tous les renseignements utiles et de lui procurer les hautes recommandations de MM. de Freycinet et de Lesseps, qui lui valurent l'accueil le plus aimable et facilitèrent singulièrement le voyage et les opérations. Mais, entre le moment où la décision fut prise et l'époque présumée du départ, il restait à peine trois mois pour faire les études préliminaires indispensables, élaborer un programme et préparer les appareils nécessaires. Loin de Paris et dépourvus, comme nous l'étions, des ressources les plus élémentaires, ce laps de temps était bien court. Néanmoins, en utilisant les instruments que nous possédions, en limitant notre programme, et grâce au zèle et à l'habileté de M. Donnelli, opticien de Nice, nous pûmes être prêts en temps utile.

» M. Perrotin devait conduire l'expédition, mais les préparatifs à faire pour le passage de Vénus l'en ont empêché. Je fus donc chargé d'aller en Égypte avec M. André Puiseux, qui m'accompagnait en qualité d'observa-

teur et d'assistant. M. Trépied, prévenu sans retard de notre projet et invité à se joindre à nous, s'empressa d'accepter; il demanda aussitôt au Ministère et ne tarda pas obtenir l'autorisation et les crédits nécessaires. Enfin M. Ranyard, bien connu par ses observations et ses remarquables travaux sur les éclipses, ayant appris par la voie des journaux les projets faits à Nice, demanda à se joindre à nous. De sorte que, en fait, la Mission se trouva composée d'un Anglais et de trois Français. L'arrivée à Souhag de MM. Lockyer et Schuster, accompagnés de leurs assistants, MM. Laurence et Buchanam, et en dernier lieu de M. Tacchini et de Mahmoud-Pacha, ne modifia en rien le caractère essentiellement cosmopolite de notre expédition. Depuis le premier jusqu'au dernier jour, la cordialité la plus parfaite ne cessa de régner entre tous. Je dois ajouter que les derniers venus, MM. Lockyer et Tacchini, ont été les premiers à formuler l'avis que tous les observateurs réunis à Souhag ne devaient former qu'une seule Mission. En conséquence, l'avant-veille de l'éclipse, dans une réunion générale présidée par Mahmoud-Pacha, et après une discussion approfondie sur l'ensemble des observations à faire, chacun exposa son programme et accepta les modifications qui parurent utiles. Après l'éclipse, chacun fit part à tous de ses observations, et un télégramme exposant les principaux résultats obtenus fut rédigé en commun et expédié par voie diplomatique aux Ministres des nations représentées à Souhag. Nous avons pensé rendre ainsi un digne hommage à la Science en faisant disparaître devant elle toute préoccupation personnelle, toute rivalité d'école et de nationalité.

» D'après les données de la *Connaissance des Temps* et les calculs de M. Puiseux père, la durée de la totalité en Egypte ne devait pas dépasser soixante-douze secondes. Il s'agissait, pour les observations sur la couronne, de tirer le meilleur parti possible d'un laps de temps si court. Comme programme, je n'avais rien de mieux à faire que de suivre celui que m'a envoyé le Bureau des Longitudes, par l'intermédiaire de M. Tisserand. Comme appareil, je me décidai, à défaut de lunette montée équatorialement, à employer un bon réfracteur de $0^m,11$ d'ouverture et de $1^m,50$ de distance focale, dont S. A. le prince Nicolas d'Oldenbourg m'a fait présent, il y a quelques années. A cette lunette fut adapté un spectroscope à vision directe de faible dispersion. Une forte monture en fer à axes vertical et horizontal, ajustée sur un pied en bois très solide, portait la lunette, qui, au moyen d'un levier muni d'un contre-poids, pouvait être dirigée vers tous les points du ciel. Des vis de pression agissant sur les axes servaient à

rendre leurs mouvements plus ou moins libres. Quand l'appareil était bien réglé et équilibré, il jouissait d'une remarquable stabilité.

» La lunette portait, en forme de chercheur, une autre lunette de $0^m, 78$ de distance focale, au foyer de laquelle se trouvait un disque en verre dépoli. Je pouvais ainsi, sans éloigner l'œil du spectroscope, voir de l'œil gauche la portion de l'image solaire qui se trouvait sur la fente. M. Janssen avait employé avec succès un procédé analogue. Il est excellent, mais dans ce cas les images projetées avaient trop d'éclat. L'éblouissement qui en est résulté à l'approche de la totalité m'a empêché de voir assez nettement le repère tracé sur le verre dépoli. Ce contre-temps, joint à l'absence de mouvements lents dans la monture de la lunette, m'a empêché d'opérer avec la précision que je m'étais promise.

» La lunette du spectroscope était munie à son foyer d'une échelle au $\frac{1}{10}$ de millimètre, tracée par M. Gautier sur une lame en verre argenté qui occupait la moitié du champ. Les raies C, D, K [1], E, b_1, F et G, mesurées avec l'échelle, avaient été tracées sur l'échelle même, de sorte qu'elles pouvaient être mises toutes à la fois en coïncidence parfaite avec les mêmes raies du spectre fourni par mon appareil. Une vis de réglage et un ressort antagoniste permettaient d'établir et de maintenir cette coïncidence. Ce moyen, aussi simple que précis, m'a donné la possibilité d'identifier en un instant, avec la plus grande certitude, les principales raies de la couronne.

» En discutant mon programme, M. Perrotin me suggéra l'idée d'étudier les bords de la Lune avec mon spectroscope à grande dispersion. L'idée me parut excellente, et je l'adoptai avec d'autant plus d'empressement que j'achevais alors un travail commencé depuis longtemps sur les raies telluriques. Mon appareil, ayant été présenté à l'Académie, n'a pas besoin d'être décrit. M. Trépied avait apporté un appareil identique.

» Arrivés à Souhag le soir du 1er mai, M. Trépied fit immédiatement une vérification approximative des coordonnées du lieu, qui parut satisfaisante. Le lendemain commença l'installation. La noble et généreuse hospitalité du vice-roi avait simplifié notre tâche dans la mesure du possible. M. Puiseux père, malgré son état maladif, avait employé les derniers moments de son séjour à Nice à calculer les principaux éléments de l'éclipse. Au moyen de ces données, qu'il nous avait si obligeamment

(1) Raie verte de la couronne.

fournies, les deux grands appareils spectroscopiques, ainsi que les miroirs argentés et les objectifs, furent orientés de manière que, dans les images projetées, la fente de l'un fût parallèle à la ligne des centres lors du premier contact, et la fente de l'autre perpendiculaire à cette ligne au moment du deuxième contact. Ils étaient abrités par une construction en roseaux. La lunette, munie du petit spectroscope, réglé d'avance avec beaucoup de soin, était à la porte de l'abri, à trois ou quatre pas du grand appareil.

» Le jour de l'éclipse, le Soleil se leva dans un ciel admirablement pur. L'air, très calme, était, comme toujours dans cette région, d'une extrême sécheresse, qui rendait presque invisibles la plupart des raies telluriques. Cette circonstance était éminemment favorable à l'étude que nous voulions faire. Ainsi qu'il avait été convenu, M. Trépied observait le premier contact avec une lunette ; dès qu'il eut fait entendre le *top*, les observations spectroscopiques du bord de la Lune commencèrent. Mon grand appareil fonctionnait à merveille et ne m'avait jamais donné de plus belles images. Je passai en revue, avec une scrupuleuse attention, toute la région tellurique du spectre, en commençant par le rouge extrême. Entre A et B, je ne constatai aucun changement notable. Arrivé à B, je fus tout surpris de voir un notable renforcement des raies qui composent ce groupe. J'hésitais à faire part de cette observation à M. Trépied, de peur de le troubler, quand il m'annonça qu'il voyait ce renforcement du groupe B d'une manière tout à fait évidente. Il était de la plus haute importance de bien vérifier le fait; aussi, après quelques instants de repos, j'y appliquai toute la force de mon attention. Tout le contour de la Lune qui se projetait sur le Soleil fut amené successivement sur la fente, et, singularité inexplicable pour moi, je ne parvins plus à revoir ce renforcement tel qu'il m'était apparu en premier lieu, ni même à le voir d'une manière tout à fait certaine. M. Ranyard et M. Puiseux, appelés en témoignage, virent le phénomène se produire avec la même évidence que M. Trépied dans son appareil et avec la même incertitude que moi dans le mien. Cette différence d'effet provient peut-être de la différence des orientations. La fente du spectroscope de M. Trépied, étant parallèle à la ligne des centres, pouvait couper normalement le bord de l'image lunaire ; la fente du mien ne pouvait rencontrer ce bord que tangentiellement ou d'une manière très oblique. Il faut ajouter que cette fente, longue de $0^m,007$, ne représentait que la huitième partie du diamètre de l'image solaire. J'ai bien essayé de voir le phénomène dans le spectroscope de M. Trépied, mais il n'était pas au point

pour ma vue, et il me restait à peine le temps nécessaire pour achever de parcourir la région tellurique; je n'insistai pas. Le groupe α d'Angström me parut aussi offrir un très léger renforcement. Partout ailleurs, je n'ai rien vu.

» Voilà l'exposé fidèle des faits tels qu'ils se sont produits dans cette première partie de nos opérations. L'Académie les appréciera comme il convient. La seule conclusion que je me permets d'en tirer, c'est que, dans les prochaines éclipses du Soleil, les spectroscopistes doivent porter une attention toute spéciale sur les groupes B et α, en se mettant dans les meilleures conditions possibles pour les bien observer.

» Avant la totalité je pris quelques minutes de repos et m'installai à la lunette. La fente du petit spectroscope fut rendue tangente au milieu du croissant. Quand il ne resta plus qu'un mince filet de lumière, je vis apparaître un certain nombre de raies très brillantes, coïncidant exactement avec celles qui étaient tracées sur mon échelle. Ces raies sont C, K, F; une quatrième, tout aussi brillante que les autres, se trouvait un peu à droite de D; c'était évidemment la raie du hélium. Dans la région G se voyait aussi un magnifique groupe de raies violettes qui se sont, paraît-il, reproduites dans la photographie de M. Schuster. Je ne pus déterminer la position de ces raies, car la totalité me surprit, et je vis le champ illuminé d'un nombre considérable de raies brillantes qui détournèrent mon attention. Quelques secondes furent consacrées à observer directement le phénomène de la totalité; mais l'éblouissement éprouvé en regardant sur le verre dépoli l'image du croissant solaire, joint à ma myopie, ne me permit de voir aucun détail de la couronne. Je jetai alors un rapide coup d'œil sur la contrée environnante. Le paysage, recouvert d'une teinte livide, offrait un aspect fantastique et saisissant qu'il aurait fallu étudier en détail; mais le temps s'écoulait: je revins à la lunette et, la dirigeant à 10′ ou 15′ du bord, je vis de nouveau apparaître les raies C, D_3, K, F et le groupe de raies violettes. A ce moment, l'éclipse totale finissait sans me laisser le temps de faire une seule détermination.

» La fente du petit spectroscope avait été soigneusement réglée, de manière que les raies fraunhofériennes fussent parfaitement visibles. Or, dans toutes mes observations sur la couronne, les raies brillantes me parurent se détacher sur un fond de spectre continu, dans lequel je ne pus distinguer aucune raie noire.

» Il avait été convenu que M. Trépied observerait la région 1474 dans

mon grand spectroscope au moment du deuxième contact. A ce moment, il vit dans le champ de la lunette, représentant environ la centième partie du spectre, un nombre considérable de raies brillantes. Il m'en donna avis aussitôt, et, dès la fin de la totalité, je courus à mon appareil. En amenant tout de suite sur la fente une des extrémités du croissant, je vis encore dans le champ cinq raies brillantes traversant le spectre dans toute sa largeur. L'une d'elles était la raie verte de la couronne correspondant exactement à la plus réfrangible des deux raies 1474, qui se séparent très bien dans mon appareil; les autres ont pour longueurs d'onde 5306, 5323, 5327,3 et 5327,7. Dans l'Atlas d'Angström, ces raies sont attribuées au fer; dans les Tables de Thalèn, la raie 5327,7 n'est pas mentionnée ou n'a pas été séparée de 5327,3, et, d'après les études que j'ai faites à l'Observatoire de Paris au moyen de l'arc électrique, 5327,3 appartiendrait au calcium et 5327,7 au fer.

» La correspondance des raies brillantes de la couronne avec ces raies fraunhofériennes a pu être établie à loisir et avec la plus complète certitude, car, longtemps après la fin de la totalité, elles étaient encore brillantes aux extrémités du croissant. Leur longueur avait diminué rapidement, à mesure que l'illumination de l'atmosphère augmentait; mais, durant mes opérations, leur longueur apparente n'est pas devenue inférieure à $0^{m},002$. En passant progressivement de la pointe du croissant, où ne se voyaient que les raies brillantes, à une région lumineuse plus large, où ne se voyaient que les raies noires, il était très facile de vérifier la parfaite correspondance des unes et des autres. Dans les mêmes conditions, les raies b se sont montrées brillamment illuminées, et, en les classant par ordre d'intensités décroissantes, on aurait b_1, b_3, b_4 et b_2.

» L'intérêt qui s'attache à l'observation de ces sortes de phénomènes fait désirer que la prochaine éclipse totale visible aux îles Marquises soit l'objet d'une étude très sérieuse et aussi complète que possible. Elle se présente dans des conditions exceptionnelles et singulièrement favorables. Aussi je prends la liberté de formuler devant l'Académie le vœu qu'une expédition française soit organisée le plus tôt possible pour aller en Océanie observer l'éclipse du mois de mai 1883. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Éclipse totale du 17 mai. Observations de* M. TRÉPIED.

« Dès que j'eus reçu de l'Observatoire de Nice l'invitation de me joindre à l'expédition que MM. Bischoffsheim et Perrotin préparaient pour l'éclipse du 17 mai, je m'empressai de l'accepter, et j'obtins de M. le Ministre de l'Instruction publique l'autorisation et le crédit nécessaires pour me rendre dans la haute Égypte, où le phénomène devait être observé.

» La seule route praticable en Égypte, c'est le Nil; on ne pouvait donc songer à s'établir loin des bords du fleuve. Or, d'après la *Connaissance des Temps* et les calculs que M. Puiseux père avait bien voulu se donner la peine de préparer pour la Mission de Nice, la ligne de l'éclipse centrale rencontrait le cours du Nil auprès du lieu nommé *Menchiet-El-Nideh*, dont les coordonnées seraient, suivant les déterminations faites en 1860 par l'astronome égyptien Mahmoud-Bey :

Latitude nord........................	26°29′
Longitude est de Paris................	29°25′

Mais, ainsi que M. Puiseux ne manquait pas de le faire remarquer, si l'on tenait compte des corrections de Newcomb pour les coordonnées de la Lune, la ligne centrale se trouvait transportée parallèlement à elle-même, de manière à couper le cours du fleuve en un point situé à 3′ plus au nord que Menchiet. On devait d'autant moins se dispenser d'appliquer cette correction que, les limites australes et boréales de l'éclipse étant fort rapprochées, une différence de quelques kilomètres en latitude pouvait altérer d'une manière fâcheuse les conditions du phénomène.

» D'après cela, et en tenant compte des renseignements qui nous furent donnés avec une extrême obligeance par Mahmoud-Pacha et le général Stone, chef d'état-major de l'armée égyptienne, nous jugeâmes que le point à choisir devait être situé dans le voisinage de l'une ou l'autre des localités nommées *Souhag* et *Ackmin*. La dernière partie du trajet que nous fîmes sur le Nil, dans le bateau à vapeur que le khédive avait généreusement mis à notre disposition, fut en quelque sorte un voyage de reconnaissance. Il ne suffisait pas, en effet, de se placer sur la ligne centrale: il fallait, en outre, satisfaire à des conditions physiques difficiles à réaliser en Égypte ; il fallait surtout pouvoir se mettre à l'abri du vent, c'est-à-dire, en Égypte, de la

poussière, fatale aux miroirs argentés dont nous devions faire usage pour nos observations spectroscopiques.

» Nous nous arrêtâmes, le soir du 1er mai, à 1km environ au nord de Souhag. Une première et rapide détermination de la latitude, faite, le soir même, au théodolite par la hauteur de la polaire, un angle horaire observé le lendemain matin, nous donnaient la certitude que nous n'étions pas loin de la ligne centrale, si toutefois, malgré les précautions prises, la marche de nos chronomètres n'avait pas subi de trop grandes altérations pendant leur pénible transport en chemin de fer du Caire à Siout. Je n'avais pu emporter qu'un cercle méridien de très petites dimensions, sans fil mobile, sans microscopes. Le cercle, de $0^m,30$ environ, est simplement muni d'un vernier donnant les 3″, mais ne permettant guère, en réalité, de compter que sur 10″ dans les lectures. Avec cet instrument, j'ai pu observer, du 5 au 8 mai, quatre culminations lunaires, ce qui m'a donné, en moyenne, pour la longitude, $1^h 57^m 40^s$ à l'est du méridien de Paris [1]. J'ai trouvé, pour la latitude, 26°33′21″. Toutefois, ces valeurs doivent être regardées comme provisoires : pour la longitude, à cause du petit nombre de culminations observées ; pour la latitude, parce qu'elle ne résulte que d'une seule série. Le 10 mai, pendant l'observation du passage du Soleil au méridien, faite par une température de 41° dans une simple cabane en toile, l'arcanson qui maintient les fils sur la plaque réticulaire a fondu partiellement et le fil horizontal a été tordu de manière à ne pas permettre de continuer les opérations de latitude. Du reste, nous comptions faire cette détermination des coordonnées dans des conditions bien meilleures, avec le concours de l'Observatoire du Caire et de l'État-major égyptien. Un cercle méridien de Brunner devait être transporté à Souhag, et notre station devait être reliée télégraphiquement à celle du Caire ; les événements survenus en Égypte pendant notre séjour à Souhag ont empêché la réalisation de ce projet. Nous avons toutefois l'espoir qu'il sera repris dans des circonstances plus favorables, et nous connaîtrons alors les coordonnées de notre station avec toute l'exactitude que la Science réclame aujourd'hui.

» Chacune des Missions était venue naturellement avec son programme particulier de recherches ; le nôtre avait pour base les instructions que le Bureau des Longitudes nous avait fait l'honneur de nous donner. Nous ne

---

(1) Abd-el-Razeh-Effendi, assistant de l'Observatoire du Caire, m'a aidé avec beaucoup de zèle et d'intelligence dans l'installation des instruments et pendant le cours des observations.

fîmes toutefois aucune difficulté de reconnaître, avec nos collègues d'Angleterre et d'Italie, la nécessité de nous entendre, d'arrêter un plan commun d'opérations, afin d'utiliser le mieux possible la durée si courte de la totalité dans cette éclipse. Une réunion générale eut lieu le 16 mai, sous la présidence de Mahmoud-Pacha, directeur de l'Observatoire du Caire. En ce qui me concerne, il fut convenu :

» 1° Que je noterais les instants du premier et du quatrième contact, en me servant de la lunette de $0^m,09$ d'ouverture et de $1^m,30$ de distance focale que m'avait prêtée l'École des Sciences d'Alger ;

» 2° Que, pendant la première et la dernière phase de l'éclipse, et en même temps que M. Thollon, j'examinerais les groupes de raies d'absorption, sur le bord de la Lune, avec un spectroscope très dispersif ;

» 3° Que, plusieurs minutes avant la totalité, j'observerais avec la même dispersion dans la région du vert, en me limitant aux parties voisines de la raie de la couronne.

» Je m'étais proposé, en outre, d'étudier à l'œil nu les détails de la couronne.

» Il m'était impossible de remplir ce programme sans renoncer à noter les instants des contacts intérieurs. Un astronome égyptien, Esmat-Effendi ([1]), voulut bien se charger d'observer la durée de la totalité avec la lunette qui m'aurait servi pour le premier et le quatrième contact. D'après ses observations, la totalité aurait duré soixante-neuf secondes.

» J'ai l'honneur de communiquer mes résultats à l'Académie dans l'ordre même où je les ai obtenus.

» A $7^h 20^m 9^s$, temps civil du lieu, j'observais le premier contact.

» Immédiatement après, je me préparai à l'étude spectroscopique du contour lunaire. L'appareil dont je devais faire usage est le spectroscope Thollon, bien connu de l'Académie, dont la dispersion équivaut à celle de trente et un prismes de flint ordinaire de 60°. Un excellent objectif de MM. Henry, de $0^m,25$ d'ouverture et de 6^m de distance focale, donnait une image de l'éclipse au foyer d'un collimateur de $0^m,50$, et un miroir plan en verre, argenté à la première surface, à mouvement altazimutal, permettait d'amener et de maintenir un point quelconque de l'image sur la fente du spectroscope. M. Thollon était pourvu d'un appareil en tout sem-

---

([1]) Esmat-Effendi a noté le deuxième contact à $8^h 31^m 18^s$. Il n'a pas observé le temps absolu du troisième contact, mais seulement le nombre de secondes écoulées depuis le deuxième.

blable; la seule différence consistait dans l'orientation, qui avait été calculée de manière que la ligne des contacts fût, dans son instrument, perpendiculaire à la fente et parallèle dans le mien.

» Je commence par la région du rouge. Arrivé au groupe B, je constate un renforcement des raies, dans la partie inférieure, *sur le bord de la Lune*. Ce groupe B, tel qu'on le voit dans l'instrument, est constitué par un massif de dix-sept raies très nettes, puis, du côté de A, par une série de raies doubles très régulièrement espacées. Dans cette seconde partie du groupe, c'est toujours la raie la moins réfrangible qui est la plus obscure, et c'est elle aussi qui me paraît subir, sur le bord de la Lune, l'accroissement le plus notable d'intensité. Je cherche à estimer à quelle distance du bord de la Lune s'étend le renforcement. La partie renforcée de chaque ligne me paraît être à peu près le $\frac{1}{40}$ de la hauteur du spectre. Or, la hauteur de la fente, qui est de 7^{mm}, correspond à la huitième partie du diamètre de l'image solaire; d'où il est aisé de conclure que la couche absorbante, si elle existe, qui serait capable de produire le renforcement observé, s'étendrait à $5''$ environ du bord de la Lune.

» Le phénomène était beaucoup moins visible dans l'appareil de M. Thollon, comme ont pu le constater MM. Ranyard et André Puiseux. Dans l'hypothèse d'une couche absorbante autour de la Lune, cette différence d'effet s'expliquerait aisément par la différence des orientations; elle en serait même une conséquence nécessaire. Je dois ajouter que, même dans mon appareil, l'accroissement d'intensité des lignes a été pour moi incomparablement plus faible pendant la dernière phase de l'éclipse, très douteux pour M. Ranyard, nul pour MM. Thollon et André Puiseux. Enfin, ni avant le deuxième contact, ni après le troisième, je n'ai observé de renforcement dans aucun des autres groupes telluriques.

» Quelques minutes avant le commencement de la totalité, je m'établissais au spectroscope de M. Thollon, dont la fente, ainsi qu'il a été expliqué, pouvait être placée tangentiellement au croissant lumineux. Je pointai la plus réfrangible des deux raies 1874, et, par des épreuves répétées, je m'assurai que les variations de température, s'il s'en produisait, étaient sans influence appréciable sur la position de la raie, grâce à la couche d'eau qui entourait l'appareil. Je laissai alors la pointe du micromètre sur la raie. Pour maintenir le filet lumineux du croissant sur la fente, j'avais eu recours à l'obligeance d'un de nos compatriotes, établi dans la haute Égypte, M. Frénay, qui avait bien voulu s'exercer à cette manœuvre plusieurs heures avant l'éclipse. Ainsi préparé, j'attendis l'apparition des

lignes brillantes. Il était dans mon programme de rechercher si ces lignes conserveraient entre elles les rapports d'intensité des raies obscures correspondantes. Dans ce but, j'avais décidé de limiter mon examen aux raies 5323,0..., 5327,3.., 5327,7 et à la raie double 1474 de M. Kirchhoff [1]. A $8^h 27^m 43^s$ je vois, pour la première fois, la raie 1474, la plus réfrangible, s'illuminer. La raie lumineuse est le prolongement exact de la pointe du micromètre. Elle brille par intermittences, ce qui tient sans doute à de petits déplacements de l'image par rapport à la fente, mais ce qui me permet de constater la coïncidence absolue de la raie lumineuse avec la raie obscure.

» L'éclat de la raie augmente rapidement; deux minutes après sa première apparition, je vois le spectre s'amincir graduellement; à $8^h 30^m 21^s$, il n'en reste plus rien; je n'aperçois aucune trace d'un spectre continu, mais aussitôt le champ s'illumine de raies brillantes. Leur apparition est si rapide que je ne puis dire si elle est successive ou simultanée, mais leur nombre est considérable. C'est une véritable pluie de lignes brillantes; le spectacle est vraiment admirable, et ne me laisse qu'un regret, celui d'avoir été condamné, par la dispersion même de l'appareil, à n'opérer que dans une région aussi limitée du spectre. Au bout de trois secondes, toutes les raies lumineuses ont disparu, à l'exception de la raie 1474 qui continue à briller d'un éclat très vif.

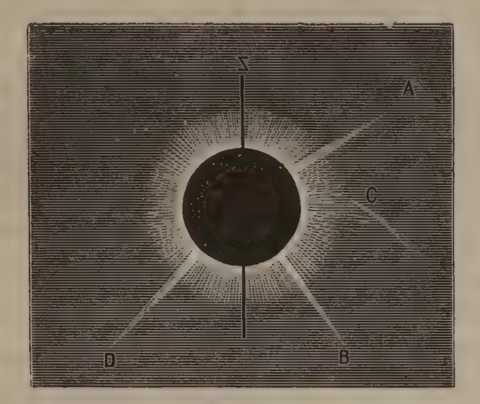
» Je puis affirmer que l'éclat de la raie de la couronne (1474) dépassait beaucoup celui de la raie 5327,3, bien plus intense pourtant dans le spectre ordinaire. Je suis également sûr que la moins réfrangible des deux raies 1474 n'était pas renversée.

» Après quelques secondes de repos, pendant lesquelles je reste les yeux fermés, afin de rendre à ma vue toute son acuité, je sors de la cabane qui abrite les spectroscopes pour regarder la couronne. J'essaye d'en fixer les principaux détails dans un croquis d'après lequel a été fait le dessin que je mets sous les yeux de l'Académie. On y remarque les trois aigrettes A, B, D; mais on n'y aperçoit aucun de ces rayons courbes qui ont été vus dans d'autres éclipses, notamment en 1878. Cette couronne appartient manifestement au type de 1871. C'est, du reste, ce que montrent mieux encore les photographies obtenues par nos collègues anglais. Or 1871 était une époque

---

[1] La raie 5327,3, qui, suivant M. Thollon, appartient au calcium, est la plus obscure; les deux raies 1474 sont l'une et l'autre de même intensité.

de maximum de taches ; à l'époque de l'éclipse, le nombre des taches était considérable, car nous avons pu en compter vingt-trois la veille du phé-



nomène; il semble donc qu'il y ait une relation entre la fréquence des taches et la structure de la couronne.

» Vers le milieu de la totalité, j'aperçus à droite du Soleil, par un angle zénith d'environ 90°, un trait légèrement courbe vers le bas, d'un effet singulier, et en discordance évidente avec le reste de la couronne. Je n'ai pas eu un seul instant l'idée que ce pouvait être une comète; je n'en ai reconnu la nature qu'une heure après l'éclipse, en comparant mon croquis à l'une des photographies obtenues par le Dr Schuster. Cette photographie montrait nettement le noyau à une distance du bord du Soleil un peu supérieure au diamètre de cet astre; l'angle zénith et la direction de la queue s'accordaient bien avec ce que j'avais dessiné, mais j'avais arrêté le trait à une distance beaucoup trop faible du bord. Je n'ai pas cru cependant qu'il me fût permis de rien changer à mon dessin (¹). J'aurais voulu aussi dessiner les protubérances telles qu'on les voyait à l'œil nu, mais je n'en ai pas eu le temps.

» Depuis la fin de la totalité jusqu'au quatrième contact, j'ai recommencé l'exploration du bord de la Lune au spectroscope. Ainsi que je l'ai dit plus haut, le renforcement des raies d'absorption sur le bord de la Lune m'a paru beaucoup moins net pendant cette dernière phase de l'éclipse (²).

(¹) L'éclat de la comète m'a paru du même ordre que celui des parties extérieures de la couronne. Dans la semaine qui a suivi l'éclipse, je l'ai plusieurs fois cherchée avant le lever et après le coucher du Soleil, mais il m'a été impossible de l'apercevoir.

(²) J'ai revu aussi, dans les cornes du croissant, les lignes brillantes que j'avais observées au moment de la totalité, mais leur longueur avait beaucoup diminué, et la comparaison des intensités était devenue très difficile.

» Quelques minutes avant la fin de l'éclipse, comme je me préparais à l'observation du quatrième contact, j'ai vu le bord de la Lune se prolonger nettement au delà du disque solaire à une distance que je puis évaluer à 3′, mais qui allait en diminuant à mesure qu'on approchait de l'instant du contact. Je ne puis dire s'il s'est produit quelque chose de semblable au commencement de l'éclipse ; ce qui est sûr, c'est que, malgré tous mes efforts, je n'ai pu apercevoir le disque de la Lune ni avant le premier contact, ni après le quatrième.

» A $8^h 54^m 57'$ je notais le dernier contact.

» Je résumerai mes résultats comme il suit :

» 1° La position de la raie verte de la couronne coïncide exactement avec celle de la raie 1474 de Kirchhoff. La grande dispersion de notre spectroscope, le plus puissant qu'on ait jamais appliqué à l'observation d'une éclipse, rend ce résultat très certain.

» 2° Il ne paraît pas que les intensités relatives des raies obscures soient conservées dans le spectre de lignes brillantes. C'est aussi ce qu'a observé M. Lockyer, et c'est un fait qui peut entraîner des conséquences importantes pour la physique solaire.

» 3° Il paraît exister une relation entre la fréquence des taches et la structure de la couronne.

» 4° En ce qui concerne l'accroissement d'intensité des raies d'absorption sur le contour de la Lune, je ne dois formuler mes conclusions qu'avec une grande réserve. Le fait a été pour moi hors de doute dans le groupe B, pendant la première phase de l'éclipse du 17 mai. Je me garderai toutefois d'affirmer l'existence d'une atmosphère lunaire d'après une seule observation. Je crois bien que le renforcement était dû à l'action d'une couche absorbante ; mais de quelle nature ? permanente ou accidentelle ? Je l'ignore. Présentement, je ne vais pas au delà, mais je ne saurais m'empêcher d'exprimer le vœu qu'on ne laisse point échapper l'occasion exceptionnellement favorable, que l'éclipse prochaine du mois de mai 1883 offrira aux astronomes, de contribuer au progrès de la Physique solaire et peut-être à l'avancement de nos connaissances relativement à l'état physique de notre satellite. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'éclipse du 17 mai 1882.*
Note de M. A. **Puiseux.**

« J'ai observé, à côté de M. Thollon, avec la lunette dite *de l'Empereur*, que M. l'amiral Mouchez avait bien voulu, pour la circonstance, prêter à l'Observatoire de Nice. Cette lunette était fixée sur une longue planchette qui portait en même temps le spectroscope.

» L'image du Soleil donnée par l'objectif de cette lunette, image d'environ $0^m,01$ de diamètre, se projetait sur la fente du collimateur. Ce collimateur provient d'un spectroscope chimique de Steinheil appartenant à M. Thollon. Une rainure pratiquée dans la planchette permettait de faire glisser le collimateur jusqu'à amener l'image focale du Soleil à se former exactement sur la fente.

» Au sortir du collimateur, les rayons lumineux tombent sur un réseau. Ce réseau (de 12641 lignes au pouce anglais) a été donné à l'Observatoire de Nice par M. Rutherfurd; j'ai observé dans le second ordre. La lunette provenant du même spectroscope que le collimateur était munie d'une échelle sur verre argenté, divisée au $\frac{1}{10}$ de millimètre et permettant d'estimer le $\frac{1}{100}$: cette échelle couvrait la moitié inférieure du champ.

» Tout l'instrument était monté sur un trépied en bois et adapté à une monture permettant deux mouvements de rotation autour de deux axes rectangulaires. Cette monture, construite à la hâte à l'Observatoire quelques jours avant notre départ, était loin de jouir de toute la stabilité désirable. Pendant toute la durée de l'éclipse partielle, j'ai observé les cornes du croissant lumineux : ce n'est guère que deux minutes avant la totalité que j'ai commencé à voir brillante la raie D_3 du hélium; presque immédiatement après, les raies C, F et les quatre raies du groupe *b* se sont illuminées; puis, une minute environ avant la totalité, la raie 1474 de Kirchhoff; quelques secondes après, le nombre des raies brillantes a augmenté très rapidement sans que j'aie pu déterminer dans quel ordre, et six ou sept secondes avant la totalité il m'a semblé que toutes les raies noires du spectre avaient fait place à autant de raies brillantes. Je n'ai observé ces raies qu'à l'extrémité même du croissant : elles disparaissaient complètement à une distance de la corne si petite, que je n'ai pas pu l'apprécier.

» Au moment de la totalité, les raies brillantes m'ont semblé disparaître beaucoup plus vite qu'elles ne s'étaient montrées, et le spectre de la chromosphère a fait place à celui de la couronne sans que j'aie pu apercevoir

le spectre continu. Voici les raies que je crois pouvoir affirmer avoir vues dans le spectre de la couronne :

» Les raies C et F de l'hydrogène;

» La raie D_3;

» La raie 1474;

» Deux raies du groupe *b*, probablement deux raies du fer;

» Une raie située entre 1474 et E, mais dont je n'ai pu déterminer la position à cause de l'éclairement insuffisant de mon échelle.

» Quelques secondes après le commencement de la totalité, ainsi qu'il était convenu, je quittai ma lunette pour transcrire les numéros des raies que M. Thollon observait en ce moment dans le spectre de la couronne; à partir de cet instant, je n'ai plus observé. J'étais, d'ailleurs, bien aise de pouvoir jeter un coup d'œil sur le beau spectacle que présentait en ce moment le Soleil avec son auréole lumineuse; mais, ainsi qu'il arrive toujours lorsqu'on observe une éclipse pour la première fois, je croyais à peine avoir regardé le phénomène pendant une dizaine de secondes que la réapparition subite de la lumière annonçait la fin de l'éclipse; elle avait pourtant duré environ soixante-dix secondes. »

M. le **Président**, sur la proposition de M. Dumas, prie la Section d'Astronomie et la Section de Navigation de préparer un programme destiné à l'expédition qui serait chargée d'observer la nouvelle éclipse de Soleil en mai 1883.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse la lettre suivante à M. Dumas, Président de la Commission du prix Volta.

Paris, le 17 juin 1882.

» Monsieur le Président,

» J'ai l'honneur de vous transmettre l'ampliation d'un Décret qui ouvre pour une seconde période de cinq années le Concours Volta.

» Cette décision répond au désir que vous m'aviez exprimé, au nom de la Commission du prix Volta, et que j'ai été heureux d'appuyer auprès de M. le Président de la République.

» Agréez, Monsieur le Président, l'assurance de ma haute considération.

» Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

» Jules Ferry. »

Le Concours pour le prix Volta est ouvert pour une seconde période de cinq années (finissant le 31 juillet 1887).

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage intitulé : « Revues scientifiques, publiées par le Journal *la République française* », sous la direction de M. P. Bert; 4e année. Ce Volume contient des dissertations du plus grand intérêt sur les questions les plus délicates de la Philosophie naturelle.

M. de Lesseps, ayant été invité par sir Edgar Watking, directeur du percement du tunnel sous-marin, à en visiter les travaux, est chargé de témoigner à l'Académie le désir de voir quelques-uns de ses membres prendre part à cette réunion; elle aura lieu le 30 juin.

M. Daubrée ajoute que ceux de ses confrères qui se rendront à cette gracieuse invitation verront sans doute avec intérêt fonctionner la machine du colonel Beaumont qui, du côté de l'Angleterre, près Douvres, a déjà foré la galerie de reconnaissance sur plusieurs centaines de mètres, et qui vient d'être établie, avec des perfectionnements, au fond de la galerie de reconnaissance partant de Sangatte, près Calais.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation linéaire.* Note de M. G. Darboux.

« Dans mes recherches sur la représentation sphérique, j'ai montré comment on était conduit à l'équation de Lamé en étudiant les solutions d'une certaine forme de l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial^2 z}{\partial\alpha\,\partial\beta} = \frac{m(1-m)}{(\alpha-\beta)^2}\,z.$$

» La considération d'une équation aux dérivées partielles plus générales m' a conduit de même à l'équation linéaire

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{d^2y}{dx^2} = \Big[&\frac{\mu(\mu+1)}{\operatorname{sn}^2 x} + \frac{\mu'(\mu'+1)\operatorname{dn}^2 x}{\operatorname{cn}^2 x} \\ &+ \frac{\mu''(\mu''+1)k^2\operatorname{cn}^2 x}{\operatorname{dn}^2 x} + n(n+1)k^2\operatorname{sn}^2 x + h\Big]z, \end{aligned}\right.$$

qui comprend évidemment l'équation de Lamé comme cas particulier, et

qui peut être considérée comme une transformée de la suivante,

$$t(1-t)(1-k^2t)\frac{d^2y}{dx^2}+\varphi(t)\frac{dx}{dt}+\psi(t)y=0,$$

où φ et ψ désignent deux polynômes du premier et du second degré respectivement.

» Cette dernière équation, la plus simple après celle à laquelle satisfait la série hypergéométrique, a déjà été étudiée par différents géomètres. Si on la ramène à la forme (1), on reconnaît immédiatement son analogie avec l'équation de Lamé, et l'on voit aussi que les méthodes données par M. Hermite peuvent lui être appliquées. Au reste, dans son beau Mémoire sur des cas particuliers de Lamé, inséré au tome 89 du *Journal de Borchardt*, M. Hermite a déjà fait connaître une équation plus générale que celle de Lamé, et qui se ramène également à celles qui sont comprises dans la forme (1).

» L'équation (1) a quatre points singuliers qui correspondent aux valeurs de x :

$$x = m\mathrm{K} + ni\mathrm{K}'.$$

» Elle jouit, en outre, de la propriété de ne pas changer de forme quand on augmente x de multiples quelconques de K et de iK'. On peut donc se borner à discuter l'un des points singuliers, par exemple celui qui correspond à la valeur $x = 0$.

» Toutes les fois que μ n'est pas la moitié d'un nombre entier impair, on trouve, dans le domaine de ce point, les deux intégrales régulières

$$y' = \mathrm{sn}^{\mu+1}x(\alpha_0+\alpha_1\ \mathrm{sn}^2x+\ldots),$$
$$y'' = \mathrm{sn}^{-\mu}\ x(\alpha'_0+\alpha'_1\ \mathrm{sn}^2x+\ldots),$$

qui sont évidemment uniformes toutes les fois que μ est entier. Donc, *lorsque* μ, μ', μ'', n *seront entiers, l'intégrale générale de l'équation* (1) *sera complètement uniforme*, et, par conséquent, d'après le beau théorème de M. Picard, elle s'exprimera en général par des fonctions doublement périodiques de seconde espèce.

» Pour obtenir l'intégrale, je choisis, parmi les différentes méthodes que nous devons à M. Hermite, celle qu'il a fait connaître en 1872, dans son Cours de l'École Polytechnique, et qui est exposée dans le tome IX des *Annali di Matematica*. J'effectue d'abord la substitution

$$y = z\,\mathrm{sn}^{-\mu}x\ \mathrm{cn}\,x^{-\mu'}\mathrm{dn}^{-\mu''}x = z\mathrm{H}.$$

» Il est aisé de vérifier que l'on a

$$\frac{H''}{H} = \frac{\mu(\mu+1)}{\operatorname{sn}^2 x} + \mu'(\mu'+1)\frac{\operatorname{dn}^2 x}{\operatorname{cn}^2 x} + \mu''(\mu''+1)\frac{k^2 \operatorname{cn}^2 x}{\operatorname{dn}^2 x} + \theta(\theta-1)k^2 \operatorname{sn}^2 x - (\mu+\mu')^2 - k^2(\mu+\mu'')^2,$$

θ désignant la somme $\mu + \mu' + \mu''$, et de former l'équation à laquelle satisfait z. Cette équation est la suivante,

$$(2) \qquad z'' + \frac{2H'}{H} z' = z[(n-\theta+1)(n+\theta)k^2 \operatorname{sn}^2 x + h_1],$$

h_1 désignant une constante différente de h. La nouvelle fonction z n'aura plus qu'un seul pôle $x = iK'$, et, par conséquent, si l'on forme l'équation aux produits de deux intégrales, cette équation de troisième ordre devra admettre comme solution particulière une fonction rationnelle et entière de $\operatorname{sn}^2 x$.

» Posons

$$\operatorname{sn}^2 x = t,$$

$$M = t^{\frac{1-2\mu}{2}}(1-t)^{\frac{1-2\mu'}{2}}(1-k^2 t)^{\frac{1-2\mu''}{2}} \quad 2B = (n-\theta+1)(n+\theta)k^2 t + h_1,$$

l'équation aux produits sera

$$(3) \quad u''' + \frac{3M'}{M}u'' + \left(\frac{M''}{M} + \frac{M'^2}{M^2} + \frac{2B}{A}\right)u' + \left(\frac{BA' - AB'}{A^2} - \frac{2BM'}{AM}\right)u = 0.$$

» Mais si l'on chasse les dénominateurs, on n'obtient plus cette forme régulière qui se présentait dans le cas de l'équation de Lamé. Le coefficient de chaque dérivée n'est plus un polynôme d'un degré égal à l'ordre de cette dérivée. Si l'on cherche à satisfaire à cette équation en prenant un polynôme d'ordre $n + \theta$, on n'obtient donc pas $n + \theta$ équations seulement, comme cela aurait lieu dans le cas de l'équation de Lamé; mais on doit satisfaire à $\theta + n + 3$ conditions, en disposant seulement des $\theta + n$ coefficients du polynôme. Il est évident, *a priori*, et il est possible de démontrer directement que trois de ces conditions sont la conséquence des autres. Il suffit, pour cela, de s'appuyer sur les propriétés des points singuliers de la nouvelle équation en u, propriétés qui sont des conséquences de celles qui ont été démontrées relativement à l'équation (1).

» Une fois le polynôme u déterminé, l'intégration s'achève, comme on sait, sans aucune difficulté.

» On peut encore intégrer l'équation (1) en laissant arbitraire la con-

stante h, dans d'autres cas; par exemple, si μ, μ', μ'', n sont des moitiés de nombres impairs et si leur somme est impaire. Mais alors il faut employer des intégrales définies. »

MÉCANIQUE. — *Les déplacements qu'entraînent de petites dilatations ou condensations quelconques produites, dans tout milieu homogène et isotrope indéfini, sont calculables à la manière d'une attraction newtonienne.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Les petits mouvements d'un solide indéfini, homogène et isotrope, sont régis, comme on sait, par les trois équations

$$(1) \qquad \left(\frac{d^2}{dt^2} - a^2 \Delta_2\right)(u, v, w) = (A^2 - a^2)\frac{d\theta}{d(x, y, z)},$$

où u, v, w désignent les déplacements suivant les trois axes, à l'époque t, de la molécule ayant les coordonnées d'état naturel x, y, z, a^2 le quotient du coefficient de l'élasticité de glissement, μ, par la densité primitive du solide, A^2 le quotient, par la même densité, de la somme, $\lambda + 2\mu$, de l'autre coefficient d'élasticité et du double de celui de glissement, enfin θ la dilatation cubique

$$(2) \qquad \theta = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}.$$

» Ces trois équations (1), differentiées en x, y, z et ajoutées, donnent d'ailleurs, comme on le sait aussi,

$$(3) \qquad \frac{d^2\theta}{dt^2} = A^2 \Delta_2 \theta;$$

et celle-ci, qui rentre dans le type de l'équation du son, fera connaître, par son intégration, les dilatations θ produites à toute époque t, dès qu'on aura évalué pour l'instant $t = 0$, au moyen des données d'état initial, les valeurs de θ et de sa dérivée première par rapport à t. L'expression générale de θ aux différents endroits (x_1, y_1, z_1) de l'espace étant ainsi une certaine fonction connue $\theta(x_1, y_1, z_1, t)$, imaginons, répandue en tous ces endroits, une matière dont la densité, variable d'un instant à l'autre, égalerait partout le quotient de θ par 4π; et appelons Φ le potentiel ordinaire relatif à cette matière pour le point quelconque (x, y, z), c'est-à-dire l'expression

$$(4) \qquad \Phi = \frac{1}{4\pi}\int \frac{\theta(x_1, y_1, z_1, t)\, d\varpi}{r},$$

où $d\varpi$ est un élément de l'espace, situé en (x_1, y_1, z_1), et r sa distance au point considéré (x, y, z). On aura, par le théorème de Poisson,

$$\Delta_2 \Phi = -\theta(x, y, z, t);$$

et comme on peut prendre, autour de tous les points (x, y, z), un même nombre d'éléments de volumes $d\varpi$, égaux chacun à chacun et pareillement disposés, mais où les valeurs de θ varient de leurs différentielles en x_1, y_1, z_1 quand x, y, z grandissent de dx_1, dy_1, dz_1, il viendra aussi, en tenant compte finalement de (3) et (4),

$$-\theta \quad \text{ou} \quad \Delta_2 \Phi = \frac{1}{4\pi} \int (\Delta_2 \theta) \frac{d\varpi}{r} = \frac{1}{4\pi A^2} \int \frac{d^2\theta}{dt^2} \frac{d\varpi}{r} = \frac{1}{A^2} \frac{d^2\Phi}{dt^2}.$$

» Par conséquent, la fonction Φ satisfait aux deux équations (dont la première pourra faciliter beaucoup son calcul)

$$(5) \qquad \frac{d^2\Phi}{dt^2} = A^2 \Delta_2 \Phi = -A^2 \theta, \quad \Delta_2 \Phi = -\theta.$$

» Il en résulte $\left(\frac{d^2}{dt^2} - a^2 \Delta_2\right)(-\Phi) = (A^2 - a^2)\theta$, relation qui, différentiée en x, y, z et jointe à la seconde (5), montre qu'on satisfait à (1) et (2) en prenant

$$(6) \qquad u = -\frac{d\Phi}{dx}, \quad v = -\frac{d\Phi}{dy}, \quad w = -\frac{d\Phi}{dz}.$$

» Ainsi, *les dilatations effectives produites dans les diverses parties du corps peuvent résulter de déplacements égaux et contraires, à chaque instant et en chaque point, à l'attraction newtonienne qu'exercerait en même temps et au même point, sur l'unité de masse, une certaine matière, ayant sa densité partout proportionnelle à ces dilatations*. Par suite, *le déplacement opposé, qui ramènerait chaque particule dans sa situation d'état naturel, est représenté en direction et en grandeur par l'attraction dont il s'agit*.

» Les expressions (6) de u, v, w seront celles des véritables déplacements si, pour $t = 0$, leurs valeurs et leurs dérivées premières en t se confondent avec les déplacement initiaux et les vitesses initiales données. Dans le cas contraire, il faudra y joindre des termes U, V, W qui, pris seuls, exprimeront des déplacements effectués sans changement de densité, ou donnant $\theta = 0$, et qui, par suite, d'après (1), se calculeront séparément en intégrant des équations comme $\frac{d^2 U}{dt^2} = a^2 \Delta_2 U$; en sorte que la vitesse de

propagation a de ces mouvements sera bien différente de celle A, avec laquelle se propagent les changements de densité.

» Quand les vitesses initiales sont nulles, les dérivées premières en t de la dilatation θ et des parties correspondantes (6) de u, v, w s'annulent aussi pour $t = 0$, et il en est, par suite, de même de celles de U, V, W. Si, de plus, θ ne diffère initialement de zéro qu'à l'intérieur de régions limitées, l'équation (3), multipliée par $d\varpi = dx\,dy\,dz$ et intégrée entre des limites assez écartées pour que θ ne cesse pas de s'annuler à ces limites, montrera que la dérivée seconde en t de l'intégrale $\int \theta\, d\varpi$ étendue à tout l'espace est alors constamment nulle; ce qui entraînera l'invariabilité de cette intégrale, ou de la valeur algébrique totale de la masse fictive dont Φ est le potentiel, et, par suite, la tendance vers zéro de Φ. En effet, la masse en question finira par s'éloigner indéfiniment du point quelconque donné (x, y, z) et par avoir, en outre, toutes ses parties à des distances r du même point sensiblement égales, ou dont les différences resteront finies; et il résulte de la deuxième de ces circonstances que la somme absolue, $\int \sqrt{\theta^2}\, d\varpi$, des éléments $\theta\, d\varpi$ pourra devenir incomparablement plus grande que n'est leur somme algébrique constante, c'est-à-dire avoir un terme de l'ordre de r, sans que l'intégrale $\int \frac{\theta\, d\varpi}{r}$, dont l'excédent sur $\frac{\int \theta\, d\varpi}{r}$ sera comparable à $\frac{\int \sqrt{\theta^2}\, d\varpi}{r}$, cesse de tendre vers zéro pour r infini. Ainsi Φ égalera zéro à la limite $t = \infty$; et la première (5), en vertu de laquelle la dérivée seconde de Φ par rapport à t s'annule quand θ s'annule, montre même que Φ sera égal à zéro, dans une petite région comprenant le point (x, y, z), dès que θ s'y sera définitivement annulé. Par conséquent, les expressions (6) de u, u, w seront dès lors nulles, et la molécule (x, y, z) aura déjà retrouvé, pour les garder désormais, ses coordonnées d'état naturel, en ce qui concerne du moins la portion des mouvements liée aux changements de la densité.

» S'il s'agit, en particulier, d'un fluide, on aura $\mu = 0$, ou $a = 0$, et il viendra simplement $(U, V, W) = 0$, pourvu qu'on prenne comme situations d'état naturel celles où restent les molécules quand l'équilibre est rétabli. Ainsi, les déplacements u, v, w se réduiront à leurs parties (6) que régit la loi de l'attraction newtonienne, conformément au résultat démontré dans le dernier alinéa de ma Note du 29 mai 1882 (*Comptes rendus*, t. XCIV, p, 1465). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'acide carbonique de l'air à effectuer au cap Horn;* par MM. **A. Müntz** et **E. Aubin.**

« Suivant le désir exprimé par M. Dumas, dans la séance du 22 mars, et guidés par ses conseils, nous avons préparé le matériel nécessaire pour faire effectuer, par notre méthode, le dosage de l'acide carbonique de l'air pendant le séjour, au cap Horn, de la Mission scientifique.

» Chacun des tubes étirés, contenant la ponce potassée, est renfermé dans un étui métallique dans lequel il est fixé par des rondelles de caoutchouc. Il est ainsi garanti contre les accidents qui pourraient en amener la rupture. L'étui est disposé de telle sorte qu'il est inutile d'en sortir le tube pour effectuer les prises d'air.

» L'aspirateur est constitué par une pipette en tôle galvanisée de 150^{lit}, placée dans un réservoir rempli d'eau. On soulève cet aspirateur à l'aide de contre-poids qui règlent la vitesse d'écoulement de l'eau. Il se remplit automatiquement en redescendant, par son propre poids, dans le réservoir d'eau. La même eau sert indéfiniment, et la manœuvre est ainsi considérablement simplifiée.

» Une conduite en tube d'étain amène l'air pris à distance.

» Deux aspirateurs, représentant 300^{lit} d'air, suffiront pour chaque prise; ils permettront d'obtenir près de 90^{cc} d'acide carbonique : la précision sera donc suffisante.

» M. le Dr Hyades, qui s'est chargé de faire ces opérations, s'est, au préalable, familiarisé avec le maniement de nos appareils. Il y a donc lieu de compter sur un résultat satisfaisant.

» Les jours et les heures des prises à effectuer ont été déterminés d'avance; on pourra ainsi faire des prises simultanées dans d'autres stations.

» Outre ces prises régulières, il en sera fait d'intercalaires, chaque fois que les phénomènes météorologiques rendront cette recherche intéressante.

» M. le Dr Hyades emporte, en outre, des tubes de Regnault pour prélever des échantillons d'air normal et des gaz produits par les phénomènes volcaniques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de la distillation de la colophane.* Note de M. **Ad. Renard**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai indiqué précédemment la présence, dans les produits de la distillation de la colophane, des acides butyrique et valérique. On peut les obtenir en traitant par de la lessive de soude les portions d'essence brute distillant jusqu'à 250° environ. La liqueur alcaline, saturée par de l'acide chlorhydrique, laisse remonter une couche huileuse d'un brun noir que l'on soumet à la distillation en recueillant tout ce qui passe avant 200°. Le résidu est alors formé d'une matière résineuse qui se solidifie en partie par le refroidissement. Le produit distillé, additionné d'une forte proportion d'eau, est saturé par de la craie et la liqueur filtrée et évaporée, décomposée par de l'acide chlorhydrique, abandonne les acides que l'on soumet à des distillations fractionnées. On obtient ainsi une certaine quantité d'acide butyrique bouillant de 152° à 155°, qui, comme l'a démontré M. Kelbe, est de l'acide isobutyrique et une proportion relativement considérable d'acide valérique.

» Le rendement en acides est d'environ 2 à 3 pour 100 du poids de l'essence.

» L'acide valérique, obtenu par la méthode précédente, et qui fait l'objet de cette Note, bout de 173° à 175°, sa densité à $+16° = 0,941$. Il présente de grandes analogies avec l'acide valérique ordinaire, mais s'en distingue nettement par son sel de zinc. Voici, du reste, les résultats auxquels je suis arrivé par l'étude de quelques-uns de ses éthers et de ses sels.

» *Ether méthylique.* — Point d'ébullition 114° – 116° ($H = 762$). Densité à $+16 = 0,8908$.

» *Ether éthylique.* — Point d'ébullition 131°-133° ($H = 762$). Densité à $+16 = 0,8743$.

» *Ether amylique.* — Point d'ébullition 182°-184° ($H = 762$). Densité à $+18° = 0,8633$.

» *Sel d'argent.* — Poudre cristalline, anhydre, soluble dans l'eau bouillante et altérable à la lumière.

» *Sel de calcium* $(C^5H^9O^2)^2Ca + 5H^2O$. — Très soluble dans l'eau, il cristallise par évaporation lente de sa solution en présence de l'acide sulfurique, en longues aiguilles qui s'effleurissent à l'air. Il perd toute son eau de cristallisation dans l'air sec.

» *Sel de baryum* $(C^5H^9O^2)^2Ba + H^2O$. — Très soluble dans l'eau. Aban-

donnée sous une cloche en présence d'acide sulfurique, sa solution devient sirupeuse et laisse déposer ce sel sous forme de cristaux brillants. Il perd une partie de son eau dans l'air sec et le reste à 100°.

» *Sel de plomb* $(C^5H^9O^2)Pb$. — Se dépose par évaporation lente de sa solution en plaques cristallines fusibles au-dessous de 100°.

» *Sel de zinc.* — Obtenu en saturant une solution aqueuse d'acide valérique par du carbonate de zinc. Ce sel est plus soluble à froid qu'à chaud. Sa solution, sous l'influence de la chaleur, se trouble et laisse déposer une partie du sel qu'elle tenait en solution sous forme de flocons blancs qui se redissolvent par le refroidissement, mais qu'on peut isoler en soumettant le liquide chaud à une filtration rapide.

» La solution de ce même sel, évaporée lentement sous une cloche en présence d'acide sulfurique, abandonne, après environ deux mois, des cristaux mamelonnés de valérate de zinc, dont la composition est identique à celle du sel isolé par l'action de la chaleur.

» Quel que soit son mode de préparation, ce valérate de zinc renferme 3^{mol} d'eau ($C^5H^3O^2Zn + 3H^2O$, qu'il perd dans l'air sec. Abandonné longtemps à l'étuve à 100°, il se ramollit et s'altère légèrement en perdant un peu d'acide valérique.

» Qu'il me soit permis, en terminant, de signaler le concours que m'a prêté dans ce travail M. Léon Lefebvre, élève du laboratoire de l'École d'Industrie de Rouen. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les microzymas comme cause de la décomposition de l'eau oxygénée par les tissus des animaux et des végétaux;* par M. **Béchamp.**

« Dans une précédente Note, j'ai rappelé que Thenard avait fait deux remarques importantes, que l'on peut énoncer ainsi :

» 1° Les principes immédiats (selon la définition de M. Chevreul) organiques, d'origine tant végétale qu'animale, ne dégagent pas l'oxygène du bioxyde d'hydrogène : *la fibrine du sang fait exception.*

» 2° La matière organisée des organes et des tissus animaux décompose l'eau oxygénée à la manière des métaux et oxydes métalliques et sans absorber la plus petite quantité d'oxygène, sans éprouver, par conséquent, la moindre altération apparente, quand le bioxyde n'est pas très concentré.

» Or l'exception signalée par Thenard dans la première remarque tient à ce que la fibrine, qu'il considérait comme étant un principe immédiat,

est en réalité une membrane à microzymas. La fibrine rentre donc dans la catégorie des corps que Thenard appelait *tissus organiques;* s'il en est vraiment ainsi, la première remarque ne souffrirait pas d'exception.

» Mais le grand chimiste ne s'en est pas tenu là; ayant recherché « quelle » quantité de bioxyde d'hydrogène peut être décomposée par les corps » capables de mettre l'oxygène de ce bioxyde en liberté », il a trouvé que certains métaux, le platine, l'or, l'argent, etc., « possèdent la propriété » d'en décomposer une quantité infinie » et que les « oxydes de manganèse, » de cobalt, de plomb et le charbon paraissent doués de la même pro- » priété ». Il étendit ces recherches aux matières animales; « plusieurs de » ces matières, dit-il, telles que la fibrine extraite récemment du sang, les » tissus du poumon, du foie, des reins, etc., ont dégagé pendant bien » longtemps, et presque toujours avec la même force, l'oxygène de l'eau » oxygénée; mais d'autres, telles que les ongles, le fibro-cartilage des côtes » et même les tendons, la peau ont bientôt cessé d'agir presque entière- » ment, sans qu'il fût possible d'apercevoir d'altération sensible. » Mais pourquoi cet affaiblissement? Il pensait : « ou que la matière par elle- » même perd insensiblement la force d'agir, ou qu'elle ne la perd que » parce qu'elle se combine avec certains corps que retient toujours la » liqueur, par exemple avec un peu de silice. » Telles sont, en résumé et textuellement, les observations de Thenard.

» Après la découverte de la cause qui communique à la fibrine la propriété remarquable constatée par Thenard, il y avait lieu de rechercher si la cause n'est pas la même ou de même ordre qui agit dans tous les tissus organisés. Elle est réellement du même ordre; mais une grande difficulté se présente aussitôt à l'esprit quand on veut la spécifier : le sang pénètre partout dans l'organisme animal; dès lors la propriété des tissus de décomposer l'eau oxygénée ne tiendrait-elle pas aux microzymas que le sang y aurait laissés même après l'hydrotomisation? J'ai cherché à lever cette difficulté, et je crois être parvenu à démontrer que les microzymas des différents organes et tissus, déjà fonctionnellement différents, le sont encore par l'énergie inégale avec laquelle ils agissent sur l'eau oxygénée.

» J'ai donc étudié les microzymas des différents tissus à l'état isolé et dans plusieurs circonstances. J'ai expérimenté en suivant les traces de Thenard, c'est-à-dire en introduisant successivement un volume connu d'eau oxygénée et la matière décomposante dans une cloche pleine de mercure. Mais ici surgit une nouvelle difficulté : si l'eau oxygénée est parfaitement privée d'acide, le mercure en dégage un peu d'oxygène; si, comme le

faisait Thenard, on l'acidifie légèrement, on tarit l'activité des microzymas, ainsi que je l'ai montré pour ceux de la fibrine. D'un autre côté, il est impossible de se mettre absolument à l'abri des microzymas atmosphériques. Dans chaque série d'expériences, je notais, à l'aide d'un témoin, ce qui est dû au mercure et aux germes atmosphériques. Le tableau suivant contient le résumé des particularités que j'ai observées.

Quantité d'oxygène dégagé d'un volume donné de bioxyde d'hydrogène aqueux.

		Durée de la réaction.						
Nature de la substance réagissante.	Vol. HO^2.	20^m.	3^h.	4^h.	5^h.	24^h.	26^h.	44^h.
Mercure seul, dans gros tube......	5^{cc}	»	$0,5^{cc}$	»	»	1^{cc}	»	»
Bioxyde de manganèse...........	2	26^{cc}	»	»	»	27	»	»
Sérum sanguin, bien filtré, 4^{cc}....	5	0,5	»	»	»	3	»	»
Sérum sanguin, filtré sur SO^3BaO. 2^{cc}.	2	»	»	$0,1^{cc}$	»	»	»	$1,2^{cc}$
Mercure seul, dans un petit tube..	2	»	»	»	»	»	»	0,6
Microzymas sang non défibriné, lavés éther......................	5	»	38,5	»	»	46	»	»
Microymas du foie, secs (mouton)..	5	»	28,5	»	»	37,5	»	»
Microzymas foie de mouton, hydrot. frais......................	2	»	»	»	»	21	»	»
Microzymas contenant quelques bactéries......................	2	»	»	»	»	22	»	»
Microzymas de sang non défibriné..	2	»	»	18,5	»	20,5	»	21
Microzymas de sang défibriné.....	2	12,5	»	»	$18,6^{cc}$	»	20^{cc}	»
Microzymas pulmonaires de mouton (hydrot.)...................	2	»	»	»	»	21,4	»	»
Microzymas, autre préparation.....	2	15	»	»	»	27,3	»	»
Microzymas pulmonaire hydrotomisé de chien (charbon.)...........	2	18	»	»	»	29	»	»
Microzymas de la rate (chien).....	2	»	»	»	»	9,8	»	»
Microzymas du cœur (chien)......	2	»	»	»	»	12,5	»	»
Muscle bien lavé du cœur de chien..	2	»	»	»	»	8,8	»	»
Microzymas pancréas de chien, frais.	2	»	»	»	»	3,4	»	»
Microzymas pancréas, bœuf, secs, anciens......................	2	»	»	»	»	2	»	»
Microzymas, cerveau de chien.....	2	»	»	»	»	2,8	»	»
Pulpe de cerveau de chien........	2	»	»	»	»	1,3	»	»
Microzymas de cœur de mouton...	2	»	»	»	»	3,3	»	»
Infusion de cœur de mouton, filtré sur SO^3BaO.................	2	»	»	»	»	1	»	»
Osséine ou périoste de mouton, purs.	2	»	»	»	»	1	»	»

Nature de la substance réagissante.	Vol. HO^2.	Durée de la réaction. 20m.	3h.	4h.	5h.	24h.	26h.	44h.
Osséine, la même, finement divisée.	2	»	»	»	»	0,8	»	»
Ongles, bien lavés à HCl et à l'eau..	2	»	»	»	»	0,4	»	»
Corne de mouton, divisée, lavée, etc.	2	»	»	»	»	0,6	»	»
Os de mouton, bien lavé.........	2	»	»	»	»	0,8	»	»
Microzymas gastriques (des glandes de chien)...................	2	»	»	»	»	0,4	»	»
Microzymas du suc gastrique de chien.	2	»	»	»	»	6	»	»
Microzymas d'urine humaine, avec bactéries....................	2	»	»	»	»	14	»	»
Poussières du laboratoire.........	2	»	»	»	»	0,5	»	»

Remarque. — Dans chaque expérience on employait le même volume de chaque substance, à l'état humide, environ 1cc.

» Ce sont les microzymas du poumon qui possèdent la plus grande activité (1); au début elle est aussi vive que celle du bioxyde de manganèse; mais l'action diminue bientôt, et il faut attendre pour que la totalité du bioxyde d'hydrogène soit décomposée; viennent ensuite les microzymas du sang et ceux du foie. Pour ce qui est des microzymas du muscle cardiaque et de la rate, il y a incertitude sur la question de savoir si l'activité n'est pas attribuable à un reste de microzymas sanguins; il en est de même pour les microzymas cérébraux. Mais l'activité des microzymas isolés du suc gastrique de chien est bien personnelle, de même que celle des microzymas vésicaux évolués en bactéries. Notons la netteté d'action des ongles, de la corne, de l'osséine et du périoste, et des microzymas des glandes stomacales.

» Dans une prochaine Note, je prierai l'Académie de me permettre de revenir sur les microzymas du sang. »

CHIMIE. — *Sur diverses propriétés de l'acide cyanhydrique.* Note de M. Ch. Brame.

« I. L'acide cyanhydrique, en vapeur, détermine un trouble à peine sensible dans le blanc d'œuf et dans une solution d'albumine. L'acide cyanhydrique, dissous dans l'eau, précipite abondamment l'albumine pure ou en dissolution aqueuse.

---

(1) Le poumon du chien était anthracosé.

» II. La conservation des cadavres d'animaux intoxiqués par l'acide cyanhydrique s'est prolongée pendant une année. Des lapins, etc., intoxiqués par cet acide, et qui ont figuré à l'Exposition artistique et industrielle de Tours, sont encore bien conservés, bien qu'ils aient subis, à plusieurs reprises, dans le cours de l'Exposition, 38° de chaleur.

» III. Au bout de plusieurs mois les cadavres d'animaux injectés ou intoxiqués par l'acide cyanhydrique, et conservés dans des bocaux bouchés, perdent toute odeur de cet acide et contractent celle du formiate d'ammoniaque, sel qui se retrouve dans le liquide séreux.

» IV. Le formiate d'ammoniaque, préparé directement avec de l'acide formique et de l'ammoniaque, donne une matière cristalline déliquescente, de sorte que, pour l'obtenir, il faut évaporer la solution à l'abri de l'air sur de l'acide sulfurique.

» V. Dans les embaumements par l'acide cyanhydrique, il sera nécessaire d'introduire dans le cadavre, après cet acide, une petite quantité de matières absorbant l'eau en se durcissant (chlorure de zinc). »

MINÉRALOGIE. — *Composition chimique des diverses couches d'un courant de lave de l'Etna.* Note de M. L. Ricciardi.

« Le courant que j'ai étudié sur place à la carrière dite des *Botte dell' acqua,* dépendant de la commune de Catane, a été vomi lors de l'éruption de 1669, qui entoura cette ville et combla une partie de son port. Ce courant a environ 18^{m} de hauteur et recouvre la lave de l'an 253 de l'époque romaine en certains points et le terrain cultivé en d'autres.

» La partie supérieure, composée en grande partie de scories, est appelée par les carriers du pays *pierre molle;* au-dessous, deux couches poreuses, dont les minéraux constituants sont peu visibles, portent le nom de *tufs;* après ces couches, qui ont ensemble 3^{m} d'épaisseur, en vient une autre d'à peu près 14^{m}, très compacte, appelée *pierre fondue,* dans laquelle il est impossible de discerner à l'œil nu la plus petite cellule. On aperçoit ensuite une cinquième couche remplie de petites cavités et dite, pour cela, *cellulaire à œils de perdrix;* enfin vient la partie la plus inférieure, qui ressemble beaucoup à celle qui est exposée à l'air. J'ai détaché et analysé six échantillons, pris sur une même verticale, et que je désignerai par les lettres : *a*, pierre molle; *b*, *c*, tufs; *d*, pierre fondue; *e*, cellulaire à œils de perdrix; *f*, couche inférieure.

» Ces six échantillons agissent tous sur l'aiguille aimantée et sont diversement colorés :

	A l'état naturel.	Pulvérisés.
a.........	Gris de fer foncé.	Gris foncé rougeâtre.
b.........	Gris jaunâtre.	Gris.
c.........	Gris de fer.	Gris clair.
d.........	Gris clair.	Gris d'argile.
e.........	Gris foncé.	Gris foncé rougeâtre.
f.........	Rouge brique.	Gris foncé.

» Ces poudres humectées colorent légèrement en bleu le papier de tournesol; exposées au dard du chalumeau, elles fondent en donnant un verre noirâtre, homogène, très magnétique. Fondues avec le sel de phosphore et le borax, elles donnent la perle de fer.

» Les acides minéraux les décomposent partiellement à chaud, en produisant une légère effervescence et un développement d'acide carbonique; traitées par l'acide chlorhydrique, elles ne dégagent pas d'acide sulfhydrique, comme cela arrive toujours pour les laves du Vésuve. Humectées avec une solution concentrée de potasse caustique et soumises à l'action d'une chaleur modérée, elles développent une petite quantité d'ammoniaque. Enfin l'analyse qualitative a mis en évidence des traces de chlorures de chrome, de nickel et de cobalt. Les principaux composés minéralogiques visibles à l'œil nu sont le pyroxène et le labradorite, accompagnés de petits cristaux d'olivine.

Composition centésimale.

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*
Anhydride silicique..........	49,54	49,52	49,81	49,27	49,18	49,74
Anhydride titanique.........	0,63	0,72	0,66	0,75	0,81	0,68
Anhydride sulfurique.........	0,06	0,03	0,08	0,05	0,07	0,08
Anhydride phosphorique.....	1,19	1,27	1,28	1,21	1,26	1,17
Alumine..................	16,53	16,49	16,24	16,33	16,01	16,30
Sesquioxyde de fer et manganèse	10,71	9,45	7,76	4,79	7,67	9,92
Protoxyde de fer............	2,41	3,63	4,52	7,78	5,47	2,95
Chaux....................	12,30	12,33	12,39	12,53	12,71	12,37
Magnésie..................	4,70	4,77	4,03	4,52	4,71	4,63
Potasse...................	0,66	0,71	0,63	0,79	0,62	0,58
Soude....................	1,63	1,52	1,72	1,65	1,57	1,73
Perte par calcination.........	0,11	0,18	0,19	»	0,06	0,09
	100,47	100,62	99,31	99,67	100,14	100,24
Densité à + 22° C..........	»	2,765	2,766	2,839	2,810	»

» On voit, d'après ces résultats, que la composition chimique de la lave de 1669, prise en diverses profondeurs d'un même courant et sur un même plan vertical, ne diffère d'une couche à l'autre que par la quantité plus ou moins grande de fer oxydé au maximum ou au minimum. En effet, la quantité de sesquioxyde de fer est plus grande dans les parties qui furent en contact avec la vapeur d'eau et les gaz atmosphériques; on peut donc dire que ces laves ont une composition définie.

» La quantité d'anhydride phosphorique correspond en moyenne, dans les six échantillons, à $1^{gr},23$ pour 100, et, comme j'en ai trouvé l'année dernière, en suivant la même méthode d'analyse, $3^{gr},47$ pour 100 dans un autre échantillon de la même lave, j'ai répété cette détermination sur cinq nouveaux échantillons pris dans des localités très éloignées l'une de l'autre, et j'ai trouvé des coefficients variant entre $2^{gr},84$ et $1^{gr},17$, mais jamais inférieurs à ce dernier.

» J'en conclus que les laves appartenant à une même éruption, mais recueillies en divers points, peuvent différer dans leur composition chimique et minéralogique. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Détermination lithologique de la météorite d'Estherville, Emmet County, Iowa* (10 *mai* 1879). Note de M. STAN. MEUNIER.

« Déjà l'Académie a été entretenue avec détails des circonstances dont a été accompagnée, le 10 mai 1879, la chute de météorites à Estherville (Iowa). Déjà M. Lawrence Smith lui a fait connaître les particularités principales résultant de l'analyse chimique et minéralogique de ces masses cosmiques. Ayant dû récemment classer, dans la collection du Muséum, des échantillons provenant de la chute en question, il m'a fallu rechercher si la roche dont ils sont formés est nouvelle pour la Science ou si elle rentre dans quelqu'un des nombreux types lithologiques déjà établis.

» Dans ce but, j'en ai repris l'examen minéralogique, et le résultat de mes études, assez différent de ce qu'on serait autorisé à conclure des recherches de M. Smith, est que la météorite d'Emmet appartient lithologiquement au type que, depuis 1870, je désigne sous le nom de *logronite* et dont l'exemple le plus généralement connu nous est procuré par les masses de Sierra de Chaco (Bolivie). On sait d'ailleurs que la chute de la logronite a eu déjà des témoins à Barca, près de Logrono (Espagne), le 4 juillet 1842.

» A première vue, la roche d'Estherville paraît différer nettement de la logronite type. Elle est seulement moins foncée, et les grenailles de fer qui

y sont disséminées présentent en général un volume plus considérable. Il résulte de ce dernier caractère que la masse donne l'idée d'une polysidère pure; mais avec plus d'attention il est facile de reconnaître qu'aux grains de fer plus ou moins globulaires sont associés de minces filaments métalliques, qui les relient entre eux et constituent en beaucoup de points le vrai ciment des éléments lithoïdes. Ce caractère se représente d'ailleurs, comme je l'ai montré depuis longtemps, dans les météorites de Sierra de Chaco et de Logrono, qui sont autant des syssidères que des sporadosidères.

» Pour ce qui est de la nuance moins foncée d'Emmet County, comparée à Logrono et à Sierra de Chaco, on peut croire qu'elle tient à ce que certaines matières colorantes, infiltrées dans ces dernières, n'ont pas eu le temps de prendre naissance en égale proportion dans la pierre récemment tombée. Quelques essais me portent à penser que ces matières dérivent, par oxydation, de certains éléments de la roche.

» En lames minces, Emmet County, Logrono, Sierra de Chaco, donnent les mêmes résultats avec cette particularité, conséquente à la première, que la transparence de la roche est d'autant moindre que le temps écoulé depuis la chute est plus grand.

» Cet examen microscopique, sur lequel M. Smith ne paraît pas s'être arrêté, présente des résultats, intéressants que je ne puis ici que résumer. Les minéraux dominants d'Emmet sont :

» 1° L'*olivine*, en très grands fragments cristallins, donnant dans la lumière polarisée des mosaïques colorées des plus brillantes. En lumière naturelle ils sont incolores, souvent clivés et remplis d'inclusions cristallines. On y voit aussi des bulles liquides, dans des cavités sphéroïdales, remarquables par leurs grandes dimensions. En lumière convergente, les cristaux donnent deux systèmes d'anneaux très brillants, dont les axes sont très écartés.

» 2° La *bronzite*, en cristaux mal terminés, nettement dichroïques, offrant souvent des clivages rectilignes, parallèles entre eux, extrêmement nets.

» 3° Un minéral en grands cristaux peu colorés, constitués par des alternances de lames minces ayant des effets inverses sur la lumière polarisée. Le mode d'action des acides sur eux, en y déterminant l'apparition de très fines lignes attaquées, porte à regarder comme non invraisemblable qu'ils résultent de la réunion de lamelles alternatives, extrêmement minces, de bronzite et d'olivine, et cette supposition rendrait peut-être compte de l'analyse, publiée par M. Smith, du minéral qu'il appelle *peck-*

hamite et que la météorite d'Estherville lui a fourni. Un petit fragment de peckhamite, qui figure au Muséum, permet d'observer les caractères du nouveau minéral; et je crois intéressant d'ajouter qu'un grain grisâtre, empâté dans l'échantillon 2Q.414 de Sierra de Chaco, et que j'avais remarqué depuis des années, paraît identique à cette peckhamite. C'est un lien de plus entre Estherville et Sierra de Chaco.

» 4° La *pyrrhotine*. J'ai rencontré un grain de ce sulfure, où se voient plusieurs faces du prisme.

» 5° La *schreibersite,* dont la présence a été constatée dans Estherville, et qui brille d'un vif éclat dans le résidu d'attaque de la roche par les acides.

» 6° Le *fer oxydulé,* en octaèdres parfaitement nets.

» 7° Le *fer nickelé*.

» On sait que, outre les grosses masses, la chute du 19 mai 1879 a fourni une abondance de petites météorites parfaitement complètes. Elles diffèrent beaucoup entre elles; les unes sont de nature presque entièrement métalliques et présentent une structure semblable à celle des syssidères du groupe de Rittersgrun. Le fer est malléable et donne aux acides de belles figures; j'y ai trouvé 8 pour 100 de nickel. D'autres échantillons *complets* sont à la fois métalliques et pierreux. On y remarque parfois que le fer constitue un réseau d'une finesse extrême, tout à fait comparable à celui de la météorite de Lodran.

» En présence de ces divers caractères de composition et de structure, on voit que l'identité est complète avec la logronite déjà décrite. Nous devons croire pour Estherville que la masse primitive, à l'état de débris, les uns pierreux, les autres métalliques, accumulés peut-être dans quelque faille, a été soumise à des émanations métallifères dont le produit, sous forme de réseau fin, a soudé ensemble les éléments jusque-là indépendants. Les vides si remarquables existant parfois entre les noyaux de fer et leur matrice lithoïde sont reproduits artificiellement dans les expériences de cimentation métallique de la poussière de péridot, par un procédé que j'ai décrit antérieurement. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la branchie et l'appareil circulatoire de la* Ciona intestinalis. Note de M. L. **Roule**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« L'étude de l'appareil circulatoire de la *Ciona intestinalis* par les divers procédés d'injections, d'imprégnations et de coupes, m'a permis d'étendre le domaine des faits déjà connus. Ce qui caractérise cette circulation, ainsi du reste que celle des autres Ascidies, c'est l'abondance des branches anastomotiques de calibre égal ou presque égal à celui des vaisseaux qu'elles font communiquer; on ne peut donc pas, le plus souvent, sauf pour les deux vaisseaux sortant du cœur et les vaisseaux branchiaux, fixer au sang des trajets réguliers dans des vaisseaux déterminés; il y a seulement des courants sanguins dans diverses directions, avec communications fréquentes, de telle sorte que partout, dans le corps entier et même dans le cœur, le sang que l'on peut considérer comme artériel, puisqu'il revient directement de la branchie, se mélange continuellement avec le sang veineux provenant des organes. Il est possible de distinguer trois grands courants circulatoires, un cardio-splanchnique, un splanchno-branchial, et enfin un branchio-cardiaque; l'enveloppe du corps appelée *manteau*, et qui n'est autre chose que le mésoderme recouvert extérieurement par une couche ectodermique, intérieurement par la couche péritonéale dans la cavité générale et par un épithélium spécial dans la cavité péribranchiale, reçoit de petits vaisseaux de tous les organes avec lesquels il est en contact.

» Le cœur, recourbé sur lui-même, plié en deux branches d'égale longueur, est renfermé dans un péricarde en forme d'Y; les deux branches du cœur occupent toute l'étendue des branches de l'Y et en traversent l'extrémité libre pour se prolonger chacune en un vaisseau; chaque partie du cœur est soudée au péricarde par une ligne d'insertion excessivement étroite, de telle sorte que le cœur est presque entièrement libre dans la vaste cavité péricardique; jusqu'à présent, je n'ai jamais vu la cavité du péricarde communiquer avec celle du cœur. Le péricarde est entouré de toutes parts par les viscères renfermés dans la cavité générale; il est soutenu par une lame mésentérique très mince qui va s'insérer sur tous les organes adjacents. La circulation cardio-splanchnique part de l'extrémité postérieure du cœur une aorte très courte traverse la lame mésentérique où elle donne quelques petits rameaux, pour la lame et le péricarde, puis va s'insérer sur l'estomac, où elle forme un réseau superficiel de grosses branches anastomotiques; il

part ainsi plus ou moins directement de cette aorte un vaisseau intestinal externe, un vaisseau stomaco-tunical, deux vaisseaux stomaco-ovariens, et enfin toute une série de vaisseaux stomaco-œsophagiens qui parcourent l'œsophage jusqu'à la branchie. Tous les vaisseaux de la circulation splanchno-branchiale vont aboutir dans un grand canal longitudinal médian, placé au-dessus de la branchie, dans la cavité cloacale; ce vaisseau commence au sommet de l'ovaire, passe sur l'intestin où il reçoit les vaisseaux intestinaux et s'accole intimement à l'oviducte et au canal déférent; accompagnant toujours ces deux conduits, il longe la branchie où il reçoit d'abord le sang qui provient du courant stomaco-œsophagien, puis celui des vaisseaux transverses de la branchie; il passe enfin sous la glande hyponervienne et se divise en deux branches qui longent la gouttière péricoronale. L'axe de la circulation branchio-cardiaque est un vaisseau branchial longitudinal, placé sur la ligne médiane, qui est à la face inférieure de la branchie la répétition exacte du vaisseau branchial supérieur indiqué plus haut; posé entre le raphé ou endostyle et le manteau, il communique avec les deux vaisseaux péricoronaux et les vaisseaux transverses de la branchie; après avoir traversé la lame mésentérique qui sépare la cavité péribranchiale de la cavité générale, il parvient au cœur après avoir reçu un vaisseau tunicocardiaque et quelques vaisseaux provenant de la lame mésentérique indiquée ci-dessus et de celle qui entoure le péricarde.

» Le manteau renferme un lacis extrêmement serré de vaisseaux qui communiquent avec ceux de tous les viscères; les plus importantes de ces communications sont les vaisseaux palléo-branchiaux, émis par un plexus capillaire palléal, et allant déboucher à plein canal dans les vaisseaux transverses de la branchie sans former de nouveaux capillaires. La tunique des *Ciona intestinalis* ne possède pas de vaisseaux propres; ceux qu'elle reçoit sont destinés aux prolongements du manteau se rendant dans les crampons d'adhérence; on doit considérer cette tunique comme une cuticule placée autour de l'ectoderme (hypoderme) qui enveloppe le manteau.

» Le sang renferme des éléments de trois sortes; les plus nombreux sont des cellules à prolongements ramifiés, analogues aux globules de la lymphe des vertébrés; à côté de ceux-ci, on trouve des globules arrondis ou mamelonnés, réfringents, brun foncé, qui proviennent des cellules ramifiées par une dégénérescence particulière; enfin des cellules granuleuses jaunes, très rares, semblables à celles qui constituent un organe spécial annexé au canal déférent. Les deux premiers éléments sont tout à fait identiques à ceux qui existent partout dans le tissu conjonctif; aussi

faut-il les considérer comme des cellules migratrices qui s'enfoncent dans le tissu conjonctif entourant les vaisseaux et y subissent une dégénérescence semblable à celle qu'elles subissent dans le sang.

» La branchie n'est qu'un lacis de vaisseaux sanguins à parois minces. La partie fondamentale de cette branchie est un ensemble de vaisseaux transverses, étendus comme des arcades entre les deux canaux sanguins, axes des courants splanchno-branchial et branchio-cardiaque; le sang d'un courant, en passant dans ces vaisseaux transverses pour aller constituer le sang de l'autre courant, est distribué à la branchie entière; les vaisseaux transverses communiquent entre eux par une série de petits vaisseaux longitudinaux qui constituent la trame fondamentale de la branchie. En outre, il existe encore deux séries de vaisseaux transverses et une de vaisseaux longitudinaux, communiquant entre eux et avec ceux indiqués plus haut, de manière à compliquer le trajet du sang dans la branchie.

» La structure histologique des vaisseaux est remarquable; ils sont creusés dans l'épaisseur du tissu conjonctif et y sont excessivement nombreux, au point que la plupart des coupes de viscères montrent des surfaces épithéliales limitant un réseau dont les mailles sont formées par les lumières des vaisseaux, et les minces travées par les parois vasculaires de tissu conjonctif. Ces vaisseaux sont de véritables lacunes, mais des lacunes nettement endiguées par le tissu conjonctif et une couche endothéliale; ce ne sont pas des vaisseaux dans le sens que l'on attache aujourd'hui à ce mot, c'est-à-dire des conduits à tuniques musculaires bien nettes et complètes: ce sont des lacunes à parois définies, auxquelles on ne doit accorder le nom de vaisseaux que dans un sens physiologique, indiquant des canaux bien limités par des parois déterminées et dans lesquels le sang circule. Le cœur seul possède une tunique musculaire complète; le vaisseau branchial supérieur, axe du courant splanchno-branchial, et quelques vaisseaux branchiaux transverses possèdent seuls quelques fibres musculaires lisses isolées, jamais réunies en un faisceau entourant le vaisseau entier. La couche endothéliale est rendue évidente par les imprégnations de nitrate d'argent; mais il ne faut pas la confondre avec les globules du sang qui vont s'accoler sur elle, et qu'une pression exercée sur la paroi du vaisseau détache et fait tomber. Les vaisseaux qui, par leur réunion, constituent la branchie, ne diffèrent des autres que par une couche conjonctive plus mince, parfois très réduite, limitée en dehors par un épithélium pavimenteux simple, pourvu en certains points de cils vibratiles destinés à activer les mouvements de l'eau qui sert à la respiration.

» Dans plusieurs Notes subséquentes, j'examinerai les divers systèmes organiques de la *Ciona intestinalis*, dont la monographie sert d'introduction à un travail général que j'achève, dans le laboratoire de Zoologie marine de Marseille, sur les Ascidies simples des côtes de Provence. »

PHYSIOLOGIE. — *Comparaison des chlorures alcalins sous le rapport du pouvoir toxique ou de la dose mortelle minimum.* Note de M. Ch. Richet, présentée par M. Vulpian.

« Les expériences que j'ai communiquées précédemment à l'Académie sur l'action toxique comparée des divers chlorures métalliques étaien passibles de plusieurs objections sérieuses. Je n'avais pas envisagé l'action de ces poisons sur l'ensemble de l'organisme, mais seulement sur l'un des tissus de l'organisme. J'ai pu instituer de nouvelles recherches qui me permettent d'apprécier, non pas la hiérarchie toxique des métaux, mais ce que je proposerai d'appeler, pour éviter toute confusion, *la dose mortelle minimum.*

» En effet, on doit distinguer l'action toxique spéciale qu'exerce une substance sur tel ou tel organe, sur tel ou tel tissu, et la dose de cette même substance qui détermine la mort de l'animal. Par exemple, pour le curare, la dose toxique, celle qui empoisonnera le cœur et les centres nerveux, est tout à fait différente de la dose mortelle, qui est beaucoup plus petite, si la respiration artificielle n'est pas pratiquée de manière à permettre la vie du cœur et des centres nerveux. De même, pour beaucoup d'autres poisons, la dose toxique est différente de la dose mortelle. Dans les divers empoisonnements par le curare, par l'oxyde de carbone, par la strychnine, par le chloroforme, par l'arsenic, ce sont des tissus différents qui sont atteints. On ne peut donc comparer utilement la toxicité de ces poisons divers. Au contraire, on peut très bien comparer leur dose mortelle minimum, dont la connaissance a une importance très grande pour la thérapeutique et la toxicologie.

» Pour déterminer avec précision la dose mortelle, il faut : 1° prendre comme sujet d'expérience la même espèce animale; 2° rapporter la quantité de substance injectée au poids de l'animal; 3° faire l'injection de la substance soluble sous la peau et non dans le sang, de manière à éviter la perturbation violente que produit, dans le système circulatoire, l'introduction brusque d'une substance étrangère.

Mes expériences ont porté sur des cobayes (en général de petite taille),

et j'ai essayé de comparer la dose mortelle des principaux chlorures alcalins : chlorures de lithium, de sodium, de potassium, de rubidium et de césium.

» Les chiffres que je donne dans le tableau qui suit se rapportent, d'une part, à 1^{kg} du poids de l'animal; d'autre part, à la quantité injectée de métal combiné au chlore (et non à la quantité de sel). La précision qu'on peut atteindre par cette méthode est très grande, et on arrive facilement à connaître, avec une approximation suffisante, la dose minimum qui provoque fatalement la mort.

Lithium	Mort avec..	0,192	0,159	0,144	0,137	0,125	0,112			
	Survie avec.	0,023	0,052	0,076	0,082	0,090				
	Dose mortelle entre 0,090 et 0,112									
Sodium......	Mort avec..	1,38	1,38	1,10	0,91	0,85				
	Survie avec.	0,67	0,79	0,85						
	Dose mortelle 0,85									
Potassium....	Mort avec..	0,68	0,66	0,63						
	Survie avec.	0,22	0,43	0,43	0,53	0,57				
	Dose mortelle entre 0,57 et 0,63									
Rubidium (1).	Mort avec..	2,57	1,6							
	Survie avec.	0,27	0,32	0,51	0,54	0,54	0,7	0,7	0,7	0,71
	»	1,09	1,09	1,28	1,4					
	Dose mortelle entre 1,4 et 1,6									
Césium (2) ...	Mort avec..	1,5	1,2							
	Survie avec.	0,57	0,87	0,92						
	Dose mortelle entre 0,92 et 1,2									

» On peut présenter ces résultats sous la forme suivante :

Métal.	Poids atomique.	Dose mortelle du métal.	Dose mortelle du chlorure (chlore et métal combinés).
Lithium........	7	0,1	0,6
Sodium........	23	0,85	2,16
Potassium......	39	0,6	1,15
Rubidium......	80	1,5	2,14
Césium.........	133	1,0	1,2

(1) Les seules expériences faites sur le rubidium ont été tentées par M. Grandeau et par M. Rabuteau; mais ces savants ont employé des quantités tout à fait insuffisantes pour obtenir une action physiologique quelconque.

(2) Je ne crois pas qu'aucune expérience physiologique ait encore été faite sur la toxicité du césium.

» On voit par ces chiffres que, dans la série des métaux alcalins, il n'existe aucune relation entre le poids atomique de ces métaux et leur activité physiologique. Le rubidium, dont le poids atomique est élevé, est beaucoup plus inoffensif que le sodium lui-même. Le lithium, dont le poids atomique est très petit, puisque nul corps simple n'a un poids atomique inférieur, est au contraire mortel à faible dose.

» Je ne voudrais pas conclure de ces expériences que, pour les autres familles métalliques, il n'existe aucun rapport entre le poids atomique du métal et la dose mortelle minimum; mais il me paraît maintenant incontestable que, dans la famille chimique des métaux alcalins, la relation entre le poids atomique et la toxicité n'existe pas. »

M. A. **Neujean** adresse une Note sur un procédé d'extraction de l'acide phosphorique contenu dans les scories basiques qui proviennent des cornues Bessemer, fours Martin et autres dans le traitement des fontes phosphoreuses. L'auteur propose de fabriquer des engrais spéciaux avec ces scories, qui contiennent de 10 à 15 pour 100 d'acide phosphorique.

M. J. **Renaut** adresse une Note « Sur le gliome neuroformatif ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 juin 1882.

Rapport sur le sucrage des vins avec réduction de droits; par M. J.-B. Dumas. Paris, à l'hôtel de la Société d'Agriculture de France, 1882; br. in-8°.

Les maladies du Sénégal; par A. Borius. Paris, J.-B. Baillière, 1882; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Etude statistique et médicale du département de Tarn-et-Garonne. Comparai-

son des lois de 1832 *et* 1872; *par* le Dr J. DARDIGNAC. Toulouse, imp. Montaubin, 1881; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le Concours de Statistique.)

Comment s'est fait le canal de Suez; par L. ALLOURY. Paris, Challamel aîné, 1882; in 12. (Deux exemplaires.)

Dieu et le monde. Lois célestes vraies; par L. PAGEL. Paris, imp. Paul Dupont, 1882; 4 pages in-8°.

Osservazioni meteorologiche orarie ottenute da strumenti registratori durante l'anno 1880, *rilevate e calcolate da* C. FORNIONI. Milano, N. Hoepli, 1882; in-4°.

O dejinach geometrie sepsal J. S. VANECEK. Pardubice, Hoblick, 1882; br. in-8°. (Présenté par M. de la Gournerie.)

Annals of the New-York Academy of Sciences, late Lyceum of Natural History, march 1880, june 1881. New-York, 1880-1881; liv. in-8°.

Proceedings of the american Association for the advancement of Science. Twenty-ninth meeting, held at Boston, Mass., august 1880. Salem, 1881; in-8°. (Deux exemplaires.)